Minera Panamá

PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) CATEGORÍA III

MONITORIZACIÓN DEL EFECTO DE BORDE SOBRE LA BIODIVERSIDAD. INFORME DEL COMPONENTE FLORA

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13216	N/A	BIODIVERSITY CONSULTANT GROUP	23/10/2023

BCG
BIODIVERSITY CONSULTANT GROUP

Biodiversity Consultant Group (BCG)

Equipo Administrativo:

MSc. Samuel Valdés	-**Director General**
Msc. César Jaramillo	-**Gerente Operativo**
Msc. Marelys Torres	-**Gerente Administrativa**
Lcda. Scarleth Hernández	**-Asistencia Administrativa**
Msc. Whitney Guardado	-**Coordinador Logístico**
Lic. Juan Pablo Ríos	-**Logístico**
Téc. Juan Hernández	-**Logístico**

Equipo de Especialistas:

MSc. Samuel Valdés	-**Ictiofauna**
MSc. César Jaramillo	-**Zoología** (**Herpetología)**
MSc. Marelys Torres	-**Gestión Ambiental**
Lic. Germain Sagel	-**Zoología**
Lic. Marcos Ponce	-**Zoología (Herpetología y Mastozoología)**
Lic. Alvin Zapata	-**Botánica / Flora**
Téc. Laurencio Martínez	-**Botánica / Coordinador Flora**
Téc. Benjamín Walker	-**Vida Silvestre / Coordinador Fauna Terrestre**
Téc. Yaritza González	-**Zoología (Ictiología y Macroinvertebrados Acuáticos)**

BCG Panamá

BCG
BIODIVERSITY CONSULTANT GROUP

Contenido

INTRODUCCIÓN 5
OBJETIVOS 7
METODOLOGÍA 8
INDICADORES 8
ESTRUCTURA DEL GRADIENTE DE IMPACTO......8
SELECCIÓN Y HABILITACIÓN DE LOS GRADIENTES DE IMPACTO 9
Selección de los sitios......9
PROTOCOLOS DE CAMPO 11
TABULACIÓN DE LOS DATOS 13
RESULTADOS......15
GRADIENTE DE IMPACTO T2 15
Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T2 15
Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T2......16
Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T2 16
Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T2......17
Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T2 18
GRADIENTE DE IMPACTO T3 20
Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T3 20
Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T3......20
Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T3 21
Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T3......21
Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T3 23
GRADIENTE DE IMPACTO T4 25

Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T4 25
Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T4 25
Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T4 26
Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T4 27
Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T4 29
GRADIENTE DE IMPACTO T6 30
Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T6 30
Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T6 30
Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T6 31
Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T6 32
Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T6 34
GRADIENTE DE IMPACTO T10 36
Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T10 36
Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T10 36
Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T10 37
Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T10 38
Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T10 40
BIBLIOGRAFÍA 41
ANEXOS 42

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo del Proyecto Mina de Cobre Panamá de Minera Panamá S. A. (MPSA), se proyecta la intervención de aproximadamente 5,900 hectáreas de bosques en las tierras bajas de la vertiente Caribe, en el Distrito de Donoso, Provincia de Colón.

El impacto más obvio, producto de la construcción y operación de las instalaciones de la mina, es la pérdida de hábitat por la tala; sin embargo, otro impacto conocido como "efecto de borde" se genera al crear zonas de discontinuidad de la cobertura boscosa existente y es causado por el cambio en la iluminación, en las corrientes de aire, en la exposición a la lluvia y en la composición de las especies a lo largo del lindero del bosque intervenido (Lovejoy *et al*., 1986; Kapos *et al*., 1997); los efectos de borde pueden propagarse varios cientos de metros hacia el interior del bosque remanente (Laurance, 2000).

Cuando esto ocurre, cerca del borde del bosque remanente, las especies típicas de una comunidad pueden ser desplazadas por especies pioneras. El efecto de borde afecta, además la eco-fisiología de las plantas, por ejemplo, su tolerancia a las variaciones de temperatura y humedad, así como a su potencial hídrico (Kapos *et al*., 1997).

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) de Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, elaborado por Golder Associates identifica el impacto de "efecto de borde", y lo describe como: "*Impacto ecológico asociado a los bordes de las comunidades de plantas. Una franja exterior de una comunidad de plantas que normalmente tiene un ambiente distinto del interior de la comunidad de plantas".* Este mismo estudio prevé que la cantidad total de borde resultante del desarrollo del proyecto aumentará ligeramente de aproximadamente 90 km lineales durante la construcción a aproximadamente 100 km lineales en las operaciones del Proyecto. Además, se estima que los impactos de borde ocurrirán dentro de los 500 m alrededor de la huella del proyecto, afectando aproximadamente 4,400 ha, aunque prevé que el impacto más significativo ocurrirá dentro de los primeros 100 metros, afectando menos de 1,000 ha.
El EsIA describe una serie de actividades para la mitigación de este impacto, entre las que se menciona la disminución del borde creado por el proyecto y monitorear la flora para determinar los efectos de borde, aire y agua, y si fuera necesario, tomar las acciones correctivas correspondientes (EsIA, Biodiversidad-Sección 9.1.16).

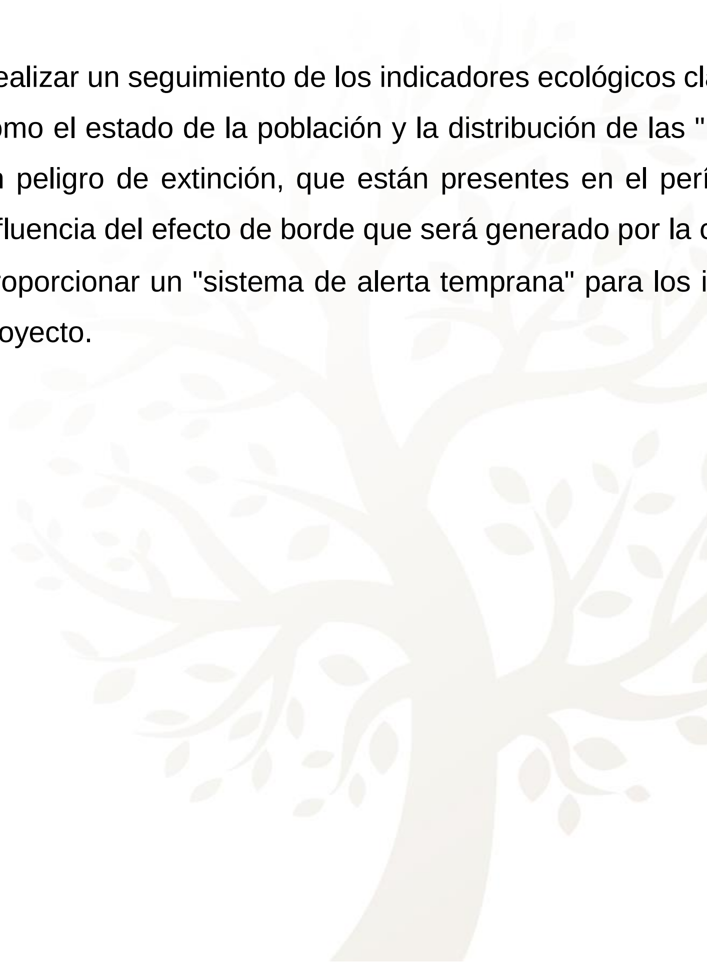
Producto de este compromiso y a fin de definir con mayor precisión la magnitud y alcance de los impactos previstos asociados al efecto de borde, se plantea la necesidad de implementar un programa de seguimiento a los indicadores ecológicos claves para las comunidades biológicas presentes en el área de

proyecto y bajo la influencia del efecto de borde generado por él. Los resultados obtenidos servirán para la implementación de medidas de mitigación adecuadas y establecerán los controles que permitan al proyecto cumplir con sus políticas ambientales y compromisos existentes relacionados a la biodiversidad.

En este informe de avance, se presentan los resultados de las parcelas de los cinco Gradientes de Impacto monitoreados en 2021 y 2022 (T2, T3, T4, T6 y T10), resultados que forman parte de la Línea Base de este Proyecto.



OBJETIVOS



- Realizar un seguimiento de los indicadores ecológicos claves para las comunidades de plantas, así como el estado de la población y la distribución de las "Especies de Interés (EdI)", amenazadas y en peligro de extinción, que están presentes en el perímetro de la huella del proyecto y bajo la influencia del efecto de borde que será generado por la construcción y operación del proyecto.
- Proporcionar un "sistema de alerta temprana" para los impactos negativos en los alrededores del proyecto.

METODOLOGÍA

En términos generales la metodología que se utilizó es la contenida en los documentos "**A monitoring design for edge effects at Cobre Panamá**", versión de septiembre 2013, elaborado por Brad Boyle PhD y Hardner & Gullison Associates, LLC; y **"Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá"**, versión de marzo de 2014, editado por Carolina Puerta-Piñero, Raymond E. Gullison y Richard S. Condit, con algunas modificaciones realizadas en base a la experiencia del equipo de trabajo de BCG.

INDICADORES

Los atributos que deben medirse para cada taxón o grupo taxonómico se determinan en parte por los requisitos del Plan de Acción para la Biodiversidad (BAP) de MPSA y los requisitos del Ministerio de Ambiente de Panamá (MIAMBIENTE). Estos indicadores se pueden dividir en los que se miden para cada especie (por ejemplo, la abundancia) en comparación con el nivel de la comunidad (por ejemplo, la riqueza de especies). Los Indicadores a nivel de especies se miden principalmente para las Especies de Interés (EdI).

Tabla N°1. Métricas clave del monitoreo del Proyecto Cobre Panamá, el nivel de control y los organismos claves.

Métrica	Nivel de Monitoreo	Grupo Taxonómicos	Subgrupo
Abundancia	Especie	Vertebrados y plantas	EdI
Estado de las Poblaciones	Especie	Vertebrados y plantas	EdI
Distribución	Especie	Vertebrados y plantas	EdI
Riqueza de especies nativas	Comunidad	Vertebrados y plantas	Especies nativas
Riqueza de especies exóticas	Comunidad	Vertebrados y plantas	Especies exóticas
Composición Taxonómica	Comunidad	Plantas	Especies nativas
Densidad de árboles grandes	Comunidad	Plantas	Plantas
Biomasa Forestal	Comunidad	Plantas	Plantas
Abundancia relativa por hábitat	Comunidad	Plantas	Plantas

ESTRUCTURA DEL GRADIENTE DE IMPACTO

Se marcaron cinco estaciones de muestreo, a distancias fijas a lo largo de un "Gradiente de Impacto", a una distancia aproximada de 50, 150, 350, 750 y 1,550 m dentro del bosque (ver Figura N°1). En cada estación de muestreo, se estableció una parcela para los estudios de la vegetación.

Como los protocolos de muestreo dependen de transectos o parcelas de observación en arreglos lineales, cada estación de muestreo fue marcada a lo largo de transectos paralelos entre sí y el borde de bosque proyectado (es decir, 90º con respecto al eje principal del gradiente). Por lo tanto, todos los puntos de una estación determinada, están ubicados a la misma distancia aproximada del borde del bosque proyectado.

Las medidas descritas para un gradiente de impacto, fueron replicadas en cinco gradientes seleccionados al azar, alrededor del perímetro de la huella del proyecto. Es importante tener en cuenta que la unidad principal de replicación bajo este diseño de estudio es el gradiente de impacto.

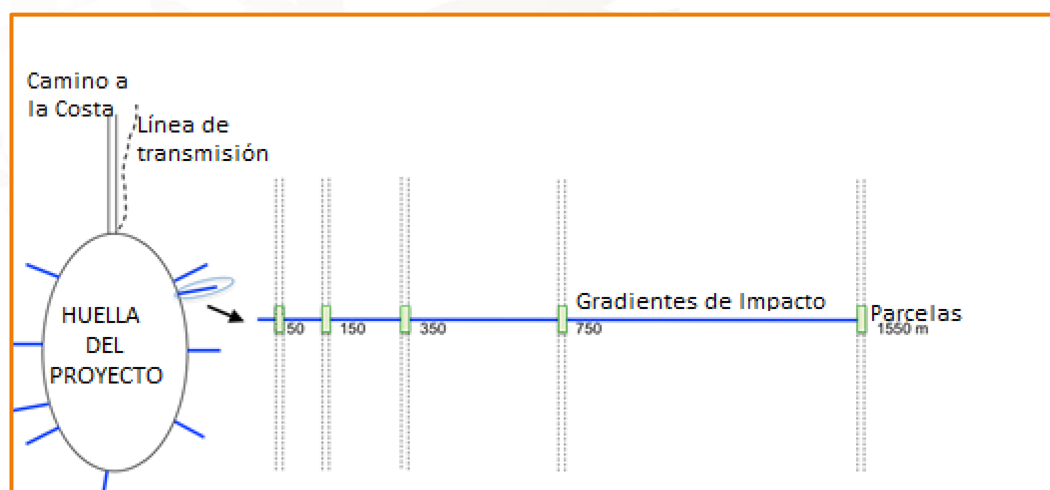


Figura N°1. Estructura del gradiente de impacto, se aprecia la distancia a la que se encuentra cada parcela de botánica, desde el borde de bosque.

SELECCIÓN Y HABILITACIÓN DE LOS GRADIENTES DE IMPACTO

Selección de los sitios

Se estableció en un mapa, secciones de 1.2 km de ancho a lo largo del perímetro de la huella del proyecto, estimado entre 90 a 100 km lineales, lo que da espacio para ubicar entre 75 a 83 posibles gradientes de impacto, de 1.5 km de longitud por 1.2 km de envergadura. Luego se descartó aquellos que estaban anexos a zonas que actualmente están perturbadas y entre los restantes se seleccionaron 15 gradientes de manera aleatoria (ver Figura N°2 y Tabla N°2). Durante las campañas de establecimiento de los gradientes y sus respectivas parcelas en 2016, algunos de estos gradientes fueron descartados ya que se encontraron afectados por la intervención humana y la presencia de caseríos dentro del área seleccionada para el establecimiento de las parcelas. Hasta este momento solo se pudieron establecer 10 gradientes debido a los grados de intervención antrópica en los sitios seleccionados.

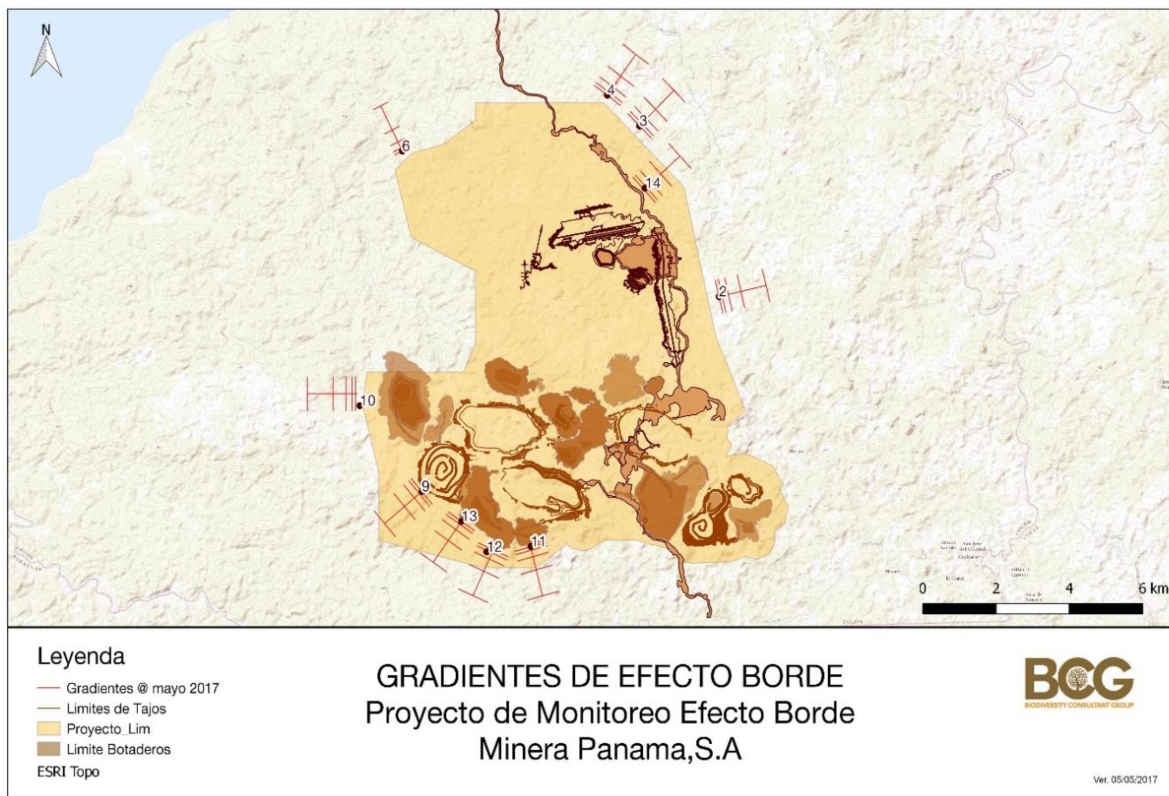


Figura N°2 Localización de los 10 Gradientes de Impacto seleccionados aleatoriamente para el Proyecto.

Tabla N°2. Coordenadas en UTM (Datum WGS84) de los 5 Gradientes de Impacto seleccionados para el Proyecto en 2021-2022 (en gris) y los 5 Gradientes de Impacto restantes (en celeste). Las coordenadas corresponden al punto donde se delimitó la primera parcela (a los 50 m del borde de bosque).

Gradiente	Norte	Este
2	981239	540581
3	986316	538107
4	987231	537102
6	985567	530723
10	977589	529281
9	975452	531333
13	974564	532565
12	973657	533351
11	973816	534722
14	984464	538275

PROTOCOLOS DE CAMPO

Se estudió la comunidad vegetal, densidad y composición taxonómica en parcelas permanentes de 20 x 50 m (0.1 hectárea o 1000 m^2). Cada parcela fue alineada sobre la línea media del gradiente de impacto (ver Figura N°1). Los árboles con tallos > 2.5 cm DAP (diámetro a la altura del pecho) fueron censados en toda la parcela y las plantas con tallos > 1 cm DAP fueron censados en una sola subparcela (la subparcela central o número 5) de 10 x 10 m (ver Figura N°3).

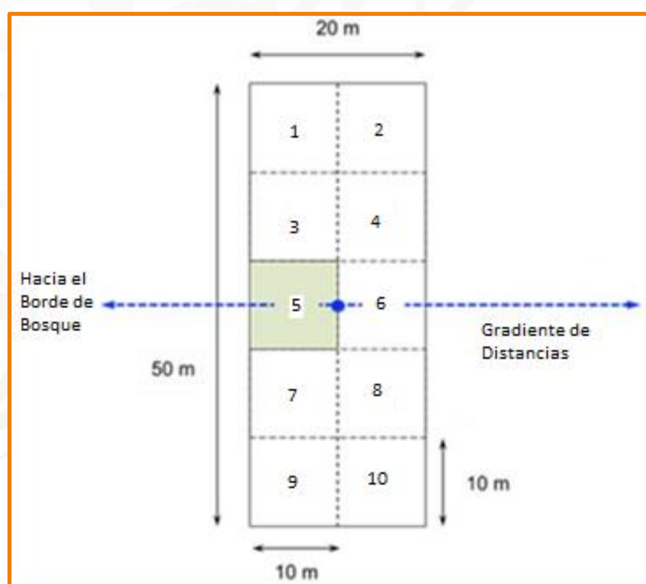


Figura N°3. Esquema donde se observan las dimensiones de cada parcela y subparcelas (con su debida numeración).

Durante el establecimiento de las parcelas, las esquinas de cada subparcela de 10 x 10 m se marcó permanentemente con un poste de PVC. Las subparcelas se enumeraron como se muestra en la figura anterior.

Los individuos encontrados dentro de cada parcela fueron etiquetados con una placa de aluminio rotulada con la identificación del Gradiente de Impacto, seguido de la identificación de la parcela y luego por el número de individuo (ver Figura N°4).



Figura N°4 (a y b). Marcado de árboles en el Gradiente de Impacto T14, en la parcela localizada a los 50 m del futuro Borde del Bosque.

Se registró para cada especie: DAP (diámetro a la altura del pecho), PDM (punto de medición) y el hábito (árbol, arbusto, palma, liana, helecho y arbusto trepador). Para los árboles con tallos múltiples, se midió cada tallo tan grande como el tamaño del tallo mínimo. El vástago más grande de cada árbol fue marcado con una etiqueta permanente de aluminio con el número que le corresponde.



Figura N°5 (a y b). Toma de los datos de campo y uso de la vara de colecta para la toma de muestras de los individuos censados.

Las plantas fueron identificadas, dentro de lo posible, a nivel de especie y en casos de que esto no fuera posible o los especímenes se encontraran infértiles, se procedió a colectar una muestra representativa, las cuales fueron preservadas para su posterior identificación. Las muestras de ciertas estructuras delicadas, que se pudieran deteriorar, fueron colocadas en bolsas plásticas transparentes con cierre hermético. Las características de las plantas recolectadas se anotaron en una libreta de campo.

Al llegar al sitio de campamento se procedió al procesamiento de las plantas en hojas de papel periódico, se le asignó un número de colección a cada muestra. Las plantas se procesaron con alcohol al 70% para preservarlas e impedir que estas se dañen o sean atacadas por hongos. Una vez cerrado el paquete se colocó en una bolsa plástica que también se selló con cinta adhesiva.

Las muestras de plantas se trasladaron al Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de Panamá, en donde se procesaron, identificaron y algunas posteriormente quedarán depositadas como material de referencia del área de estudio.

Para la identificación taxonómica de las plantas recolectadas se empleó las obras científicas Flora of Panamá (Woodson & Schery, 1943-1981). La confirmación de la distribución y nomenclatura de algunas especies dudosas se basó en la Base de Datos TROPICOS, disponible vía Internet en los archivos electrónicos del Missouri Botanical Garden. Adicionalmente, se consultó diferentes volúmenes del Annals of the Missouri Botanical Garden, Flora Mesoamericana y Flora Neotrópica que contienen información pertinente a la flora de Panamá.

TABULACIÓN DE LOS DATOS

Los datos obtenidos fueron introducidos y ordenados en tablas de Excel. Estos archivos contienen los siguientes campos:

- Código: el código está formado por la Identificación del Gradiente de Impacto (T2, T3) y por la distancia en m que hay desde el posible borde del bosque hasta la parcela (50, 150, 350, 750 y 1550).
- Subparcela: Nos indica la posición de la subparcela de 10 x 10 m dentro de la parcela de 20 x 50 m (va de 1 hasta 10).
- Individuo: Indica el número único de cada individuo dentro de la parcela (va desde el primer individuo marcado hasta el último registrado dentro de la parcela).
- Hábito: Se refiere a la forma general de la planta, ya sea, árbol (A), arbusto (Ab), palma (P), liana (L), arbusto trepador (Ab/T), helecho (H). Se considera árbol cuando es mayor o igual a 5 m y arbusto cuando es igual o menor de 4.9 m.
- Familia: Familia taxonómica a la que pertenece el individuo.
- Cf o aff: “cf” significa que la identidad a nivel de especie de un taxón, tiene un grado variado de incertidumbre y que es comparable con alguna especie existente (comparado con); mientras que “aff” (afinidad con) expresa que el individuo es potencialmente una especie nueva, no descrita, es afín a alguna especie conocida.
- Colector: Si material de una planta fue colectado, aquí se indica el nombre de la persona que la colectó.
- N° colección: Si se colecta una muestra ella debe llevar un número de identificación de campo, el cual está formado por la Identificación del Gradiente de Impacto, la identificación de la Parcela y el número que le corresponde a este individuo dentro de la parcela.

- Observaciones: aquí se incluye cualquier observación adicional que pueda ser útil para identificar la planta, como algún olor especial, color o textura del látex etc.
- DAP: Es el diámetro del árbol, arbusto, palma, helecho o liana y que se toma a 1.30 m desde el suelo hasta Nivel de Pecho (DAP).



RESULTADOS

Los resultados de este proyecto, están recopilados en archivos de Excel, los cuales serán entregados junto con este informe, en los Anexos se encuentran también resúmenes de las tablas con los resultados de los Gradientes de Impactos y sus respectivas parcelas. A continuación, se presentan las generalidades más sobresalientes de los Gradiente de Impacto T2, T3, T4, T6 y T10.

GRADIENTE DE IMPACTO T2

Se presentan los datos sólo para 3 parcelas del Gradiente de Impacto T2 (T2-50, T2-150 y T2-350). Las parcelas T2-750 y T2-1550 no pudieron ser monitoreadas ya que presentaban gran intervención humana, realizado posterior al establecimiento de ella en el primer monitoreo.

Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T2

En una superficie total de 3000 m^2, que ocupaban las tres parcelas del Gradiente de Impacto T2, se registraron 992 plantas, 936 de ellas con diámetro mayor a 2.5 cm y 56 con diámetro entre 1.0 y 2.4 cm de DAP; 238 individuos del primer monitoreo se reportaron como muertos en este último monitoreo.

La mayor parte de las plantas encontradas en este Gradiente de Impacto corresponden a árboles, con 426 individuos; seguido de los arbustos, con 294 individuos; las palmas con 177 individuos; las lianas, con 79 individuos; los helechos, con 15 individuos; y además se encontró un individuo con hábito arbustivo-trepador (ver Figura N°6).

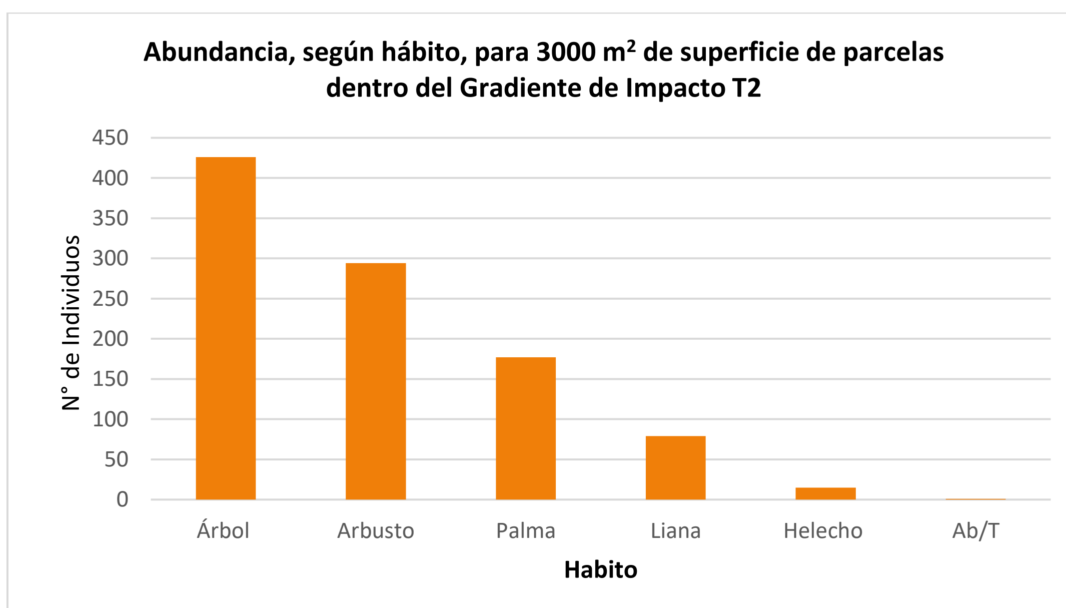


Figura N°6. La gráfica muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en los 3000 m² de superficie muestreada en el Gradiente de Impacto T2.

Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T2

Se estimó la cantidad de individuos, con diámetros (DAP) mayores a 2.5 cm, que ocupan cada una de las 3 parcelas de 1000 m², que forman parte del Gradiente de Impacto T2. La parcela en la que se registraron más individuos fue la parcela T2-50 con 374 individuos, T2-350 con 297 individuos y T2-150 con 265 individuos (ver Figura N°7).

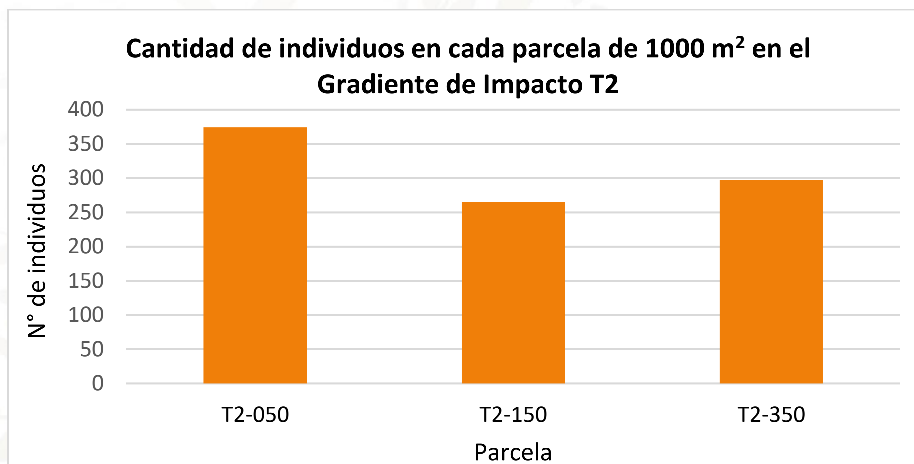


Figura N°7. En la gráfica se puede apreciar la cantidad de individuos, que fueron encontrados dentro de cada parcela del Gradiente de impacto T2.

En todas las parcelas del Gradiente de Impacto T2 predominaron los árboles; el segundo componente más numeroso fueron los arbustos, seguido de las palmas; las lianas y los helechos y arbustos/trepadores se encontraron en números bastante bajos en todas las parcelas (ver Tabla N°3).

Tabla N°3. Muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en cada parcela del Gradiente de Impacto T2, A (árbol), Ab (arbusto), P (palma), L (liana), H (Helecho) y Ab/T(arbusto/trepador).

Parcela	A	Ab	P	L	H	Ab/T
T2-050	165	101	82	38	11	0
T2-150	142	78	48	18	0	0
T2-350	119	115	47	23	4	1

Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T2

Para el Gradiente de Impacto T2 se registró en total 55 familias (en una superficie total de 3000 m² de parcelas). Sin embargo, este número pudiese aumentar ya que se cuenta con muestras que no se han

logrado identificar taxonómicamente por la falta de estructuras reproductivas o buen material que nos permita determinar su especie (2.4% de los individuos muestreados). El número de familias por parcela varía entre 45 y 53, las parcelas con más cantidad de familias fueron T2-350 y T2-50 con 53 y 49 familias respectivamente; mientras que la parcela de T2-150 presentó un total de 45 familias (ver Figura N°8).

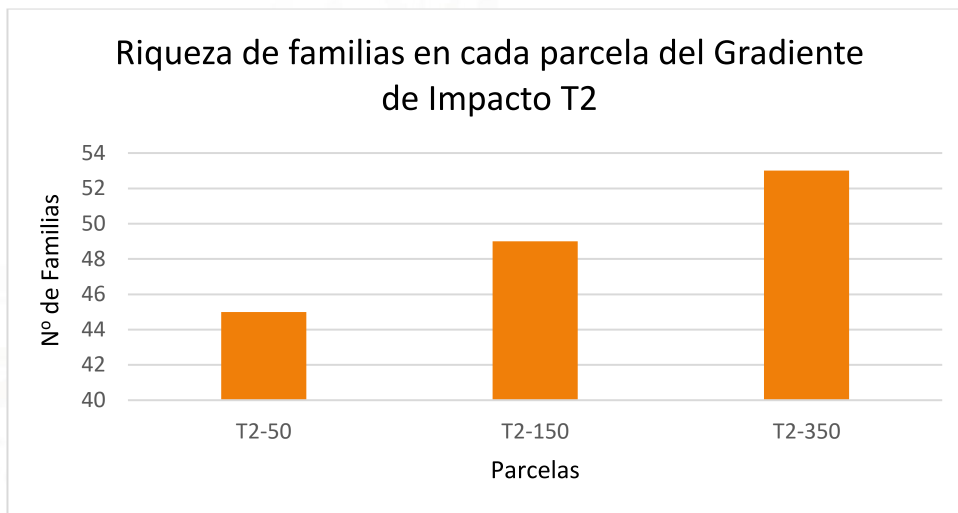


Figura N°8. La gráfica muestra la riqueza de familias, en cada parcela del Gradiente de Impacto T2.

Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T2

Las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T2 son, en orden decreciente, la Arecaceae, Melastomataceae, Fabaceae, Rubiaceae y Euphorbiaceae (ver Figura N°9); en total, entre ellas, agrupan al 44% de los individuos presentes dentro de las parcelas de este Gradiente de Impacto (437 individuos).

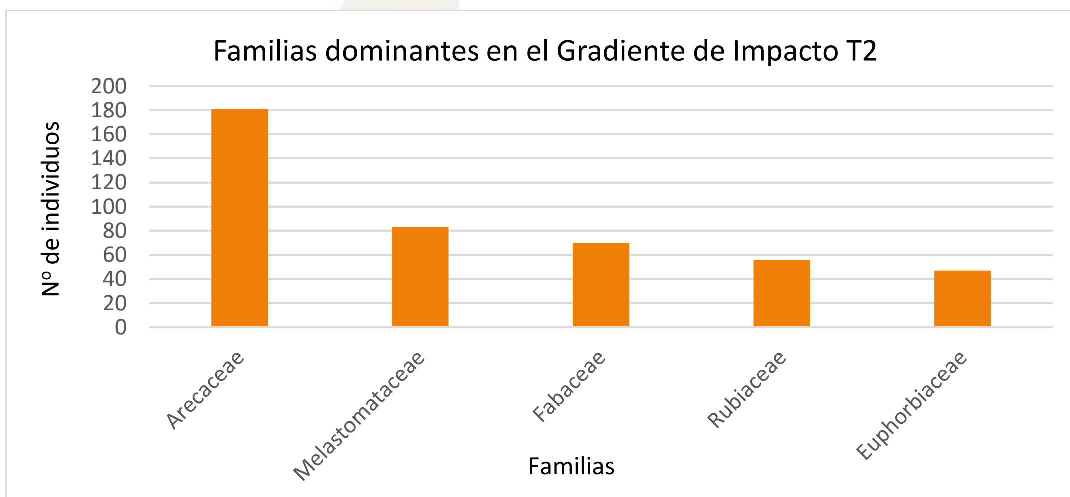


Figura N°9. La gráfica muestra las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T2.

En la Tabla N°4 se muestran las 5 familias dominantes en cada una de las parcelas del Gradiente de Impacto T2, siendo la familia Arecaceae con un 18% de los individuos encontrados en las parcelas de este Gradiente (181 individuos) las más representada.

Tabla N°4. Esta tabla muestra las cinco familias dominantes en cada una de las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T2 y el número de individuos (N°) registrados en cada una de esas familias.

T2-50		T2-150		T2-350	
Familia	**N°**	**Familia**	**N°**	**Familia**	**N°**
Arecaceae	82	Arecaceae	52	Arecaceae	47
Fabaceae	27	Melastomataceae	31	Melastomataceae	33
Euphorbiaceae	23	Rubiaceae	24	Fabaceae	21
Nyctaginaceae	20	Fabaceae	22	Rubiaceae	20
Melastomataceae	19	Euphorbiaceae	12	Meliaceae	16

Las tres especies dominantes en el Gradiente de Impacto T2, corresponden a representantes de la familia Arecaceae, Nyctaginaceae y Euphorbiaceae (ver Tabla N°5).

Tabla N°5. Especies dominantes en las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T2, la cantidad de individuos registrados y la familia a la que pertenece.

Especies	Familia	Cantidad
Geonoma congesta H. Wendl. ex Spruce	Arecaceae	28
Guapira costaricana (Standl.) Woodson	Nyctaginaceae	30
Mabea occidentalis Benth.	Euphorbiaceae	30

En la parcela T2-50, las plantas dominantes fueron *Geonoma congesta*, *Guapira costaricana*, *Mabea occidentalis, Cyathea* sp.1 *y Ossaea spicata;* en la parcela T2-150 domina *Gloeospermum diversipetalum, Amphitecna isthmica, Conostegia rufescens* y *Ossaea spicata*; en la parcela T2-350 las especies dominantes fueron *Geonoma cuneata, Mabea occidentalis y Ossaea spicata.*

Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T2

En el Gradiente de Impacto T2, además de las subparcelas inventariadas con DAP > 2.5 cm, se seleccionó, de acuerdo a la metodología, una subparcela en la sección central (Sub parcela N°5) en la que se consideraron todos individuos a partir de 1 cm de DAP. Esto se realizó en cada una de las parcelas del gradiente.

En estas subparcelas en total se registraron 66 individuos con rango entre 1 y 2.4 cm de DAP para todo el gradiente T2. Las familias más representativas fueron: Melastomataceae, Arecaceae, Violaceae, Celastraceae, Moraceae, Myristicaceae, Nyctaginaceae y Rubiaceae (ver Figura N°10).

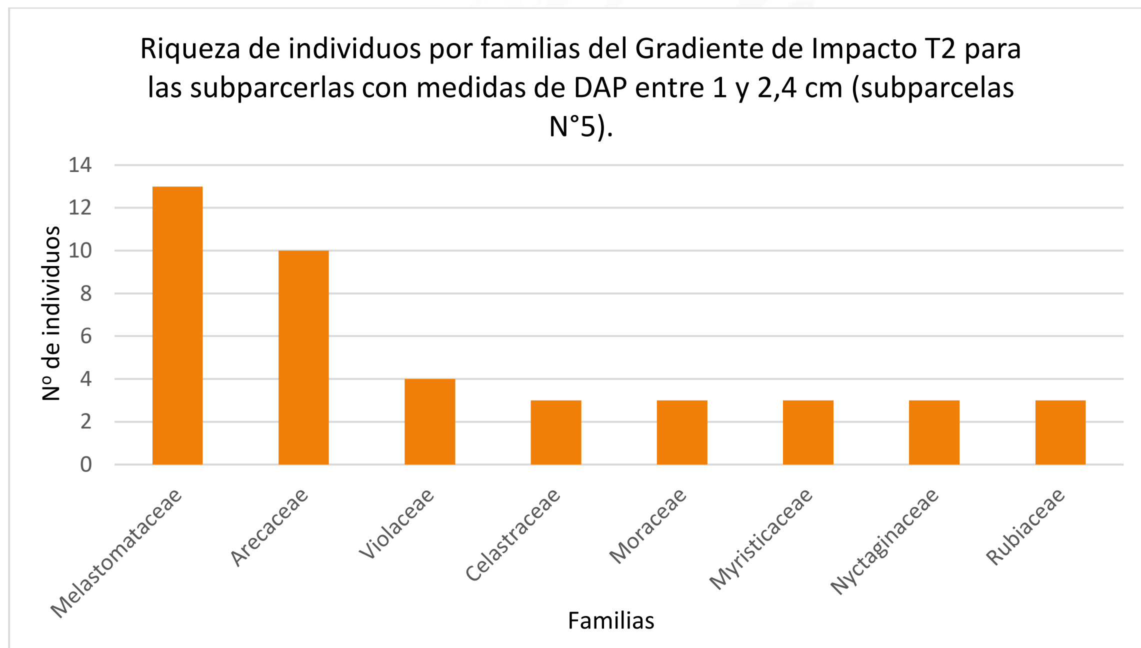


Figura N°10. Se muestra las familias más abundantes con DAP entre 1 y 2.4 cm para las subparcelas N°5 del Gradiente de Impacto T2.

GRADIENTE DE IMPACTO T3

Se presentan los datos para 4 parcelas (T3-50, T3-150, T3-350 y T3-1550) que forman el Gradiente de Impacto T3 y que pudieron ser monitoreadas este año, ya que la parcela T3-750 no pudo ser revisada, por estar degradada por la acción humana posterior a la instalación de dicha parcela.

Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T3

En una superficie total de 4000 m^2 (0.4 hectáreas) que ocupaban las cuatro parcelas inventariadas en el Gradiente de Impacto T3, se encontró 1169 plantas, en su gran mayoría con diámetro mayor a 2.5 cm. Del total de individuos reportados, 203 fueron nuevos reportes para este gradiente. Del primer monitorea realizado en la parcela se reportaron un total de 232 individuos muertos.

La mayor parte de las plantas en este Gradiente de Impacto corresponden a árboles con 877 individuos, seguido de los arbustos con 372 individuos; palmas con 136 individuos, lianas con 47 individuos, helechos con 22 individuos y por último los arbustos trepadores con 15 individuos (ver Figura N°11).

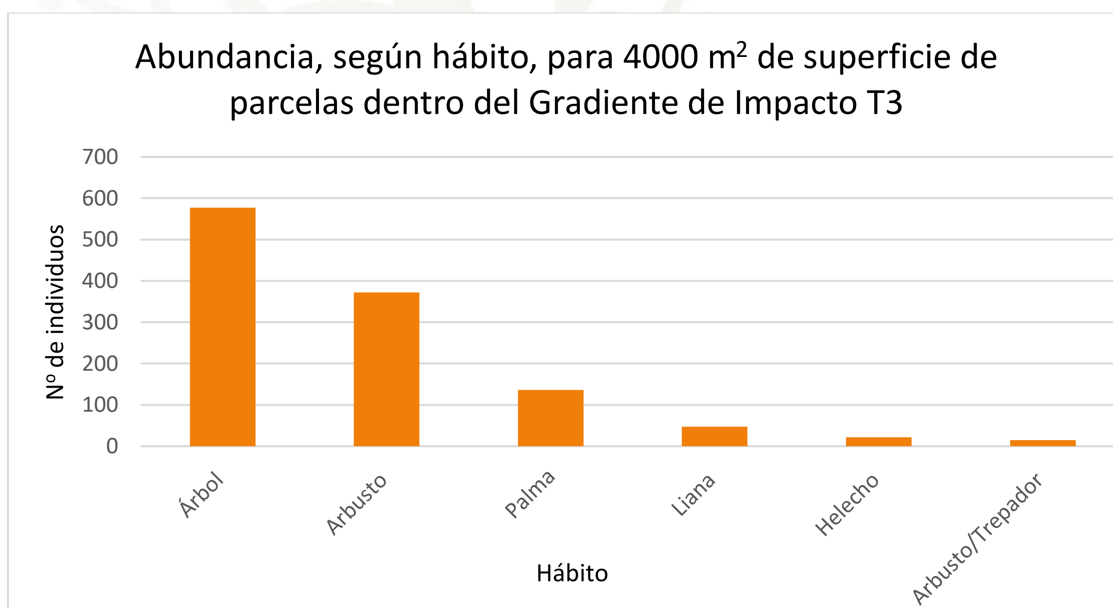


Figura N°11. La gráfica muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en los 4000 m^2 de superficie muestreada en el Gradiente de Impacto T3.

Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T3

Se estimó la cantidad de individuos, con diámetros (DAP) mayores a 2.5 cm, que ocupan cada una de las 4 parcelas de 1000 m^2, que forman parte del Gradiente de Impacto T3. La parcela que más individuos demostró fue la T3-50 con 330 individuos, seguida de la parcela T3-150 con 294 individuos, T3-350 con 243 individuos y luego la T3-1550 con 202 (ver Figura N°12).

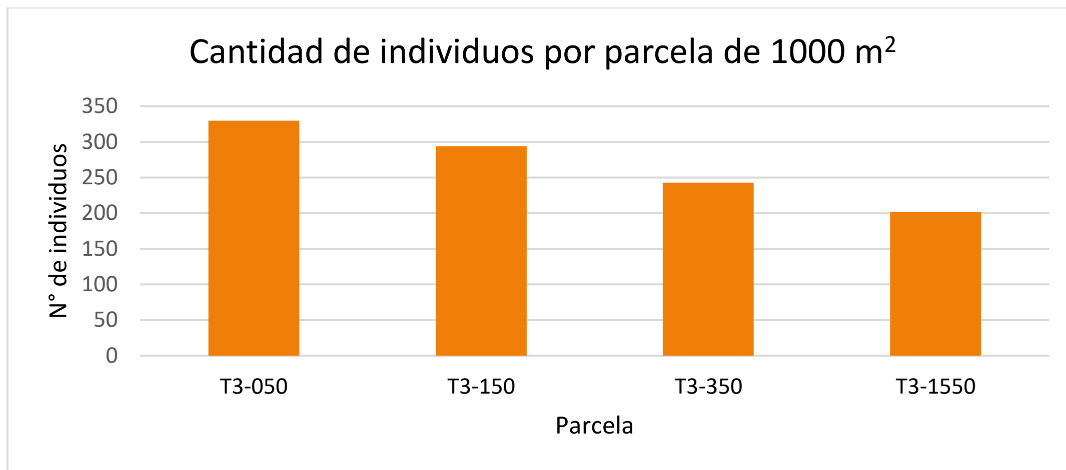


Figura N°12. En la gráfica se puede apreciar la cantidad de individuos, con diámetro mayor a 2.5 cm, que fueron encontrados dentro de cada parcela del Gradiente de impacto T3.

En todas las parcelas del Gradiente de Impacto T3 predominaron los árboles; el segundo habito más numeroso fueron los arbustos, el tercer componente correspondió a las palmeras, seguidos por las lianas y los helechos (excepto en T3-350 en dónde los helechos no estuvieron presentes) y por último en un número mucho menor estaban los arbustos trepadores (ver Tabla N°6).

Tabla N°6. La tabla muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en cada parcela del Gradiente de Impacto T3, A (árbol), Ab (arbusto), P(palma), L(liana), H(Helecho) y Ab/T(arbusto/trepador).

Parcela	A	Ab	P	L	H	Ab/T
T3-050	211	115	26	13	1	4
T3-150	170	99	27	9	9	4
T3-350	108	96	48	10	0	5
T3-1550	88	62	35	15	12	2

Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T3

Para el Gradiente de Impacto T3 se registró en total 58 familias identificadas (en una superficie total de 4000 m^2 de parcelas), sin embargo, este número pudiese aumentar ya que se cuenta con muestras que no se han logrado identificar taxonómicamente por la falta de estructuras reproductivas o buen material que nos permita determinar su especie (4% de los individuos muestreados).

Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T3

Las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T3 son, en orden decreciente, la Arecaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Violaceae y Euphorbiaceae (ver Figura N°13); en total, entre ellas, agrupan al 40% de los individuos presentes dentro de las parcelas de este Gradiente de Impacto (469 individuos).

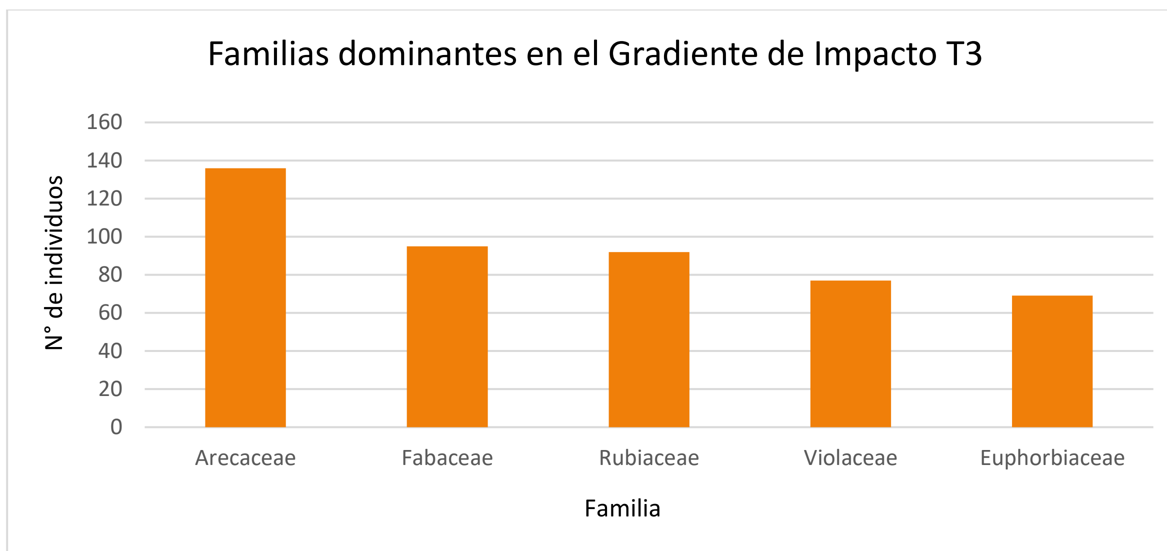


Figura N°13. La gráfica muestra las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T3.

En la Tabla N°7 se muestran las 5 familias dominantes en cada una de las parcelas del Gradiente de Impacto T3, cabe destacar que las plantas dominantes en dos de las 4 parcelas de este Gradiente fueron las palmas que forman parte de la familia Arecaceae (excepto T3-50 y T3-150, en donde las familias dominantes fueron la Rubiaceae y Fabaceae).

Tabla N°7. Esta tabla muestra las cinco familias dominantes en cada una de las parcelas que forma el Gradiente de Impacto T3 y el número de individuos (N°) registrados en cada una de esas familias.

T3-050		T3-150		T3-350		T3-1550	
Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°
Rubiaceae	43	Fabaceae	32	Arecaceae	48	Arecaceae	35
Violaceae	43	Euphorbiaceae	28	Melastomataceae	20	Euphorbiaceae	17
Fabaceae	36	Arecaceae	27	Meliaceae	19	Fabaceae	17
Arecaceae	26	Rubiaceae	21	Moraceae	18	Moraceae	14
Melastomataceae	20	Moraceae	18	Violaceae	16	Rubiaceae	14

La especie dominante en el Gradiente de Impacto T3 es *Amphirrhox longifolia* de la familia Violaceae las otras dos especies dominantes son *Pausandra trianae* y *Iriartea deltoidea* (ver Tabla N°8).

Tabla N°8. Especies dominantes en las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T3, el número de individuos (N°) registrados y la familia a la que pertenece.

Especie	Familia	Cantidad
Amphirrhox longifolia	Violaceae	61
Pausandra trianae	Euphorbiaceae	32
Iriartea deltoidea	Arecaceae	24

Las plantas dominantes en la parcela T3-50, corresponden a las especies *Amphirrox longifolia, Guapira costaricana* y *Mabea occidentalis*; en la parcela T3-150 predominan los árboles y arbustos de *Pausandra trianae, Amphirrhox longifolia* y *Macrolobium dressleri*; en la parcela T3-350 las plantas dominantes son la palma *Geonoma congesta* y *Iriartea deltoidea*, así como los árboles y arbusto *Amphirrhox longifolia*. En la parcela T3-1550 las especies observadas con más frecuencia fueron *Bactris barronis, Cyathea sp.1, Iriartea deltoidea, Pausandra trianae y Prestoea decurrens*, estas 3 últimas especies con igual cantidad de individuos reportados en la parcela.

Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T3

En el Gradiente de Impacto T3, además de las subparcelas inventariadas con DAP > 2.5 cm, se seleccionó de acuerdo a la metodología una subparcela en la sección central (subparcelas N°5) en la que se consideraron todos los individuos a partir de un DAP de 1 cm.

En estas subparcelas en total se registraron 96 individuos con rango entre 1 y 2.4 cm de DAP para todo el gradiente. Las familias más representativas de las plantas encontradas son: Arecaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Moraceae, Nyctaginaceae y Violaceae (ver Figura N°14).

Lo anterior es una muestra favorable de la existencia de reclutamiento de las especies dominantes encontradas en los estratos superiores y las condiciones ecológicas que permiten y garantizan la continuidad del bosque siempre y cuando permanezcan los procesos biofísicos y químicos que contribuyen al desarrollo de estas especies que interactúan en estos ecosistemas.

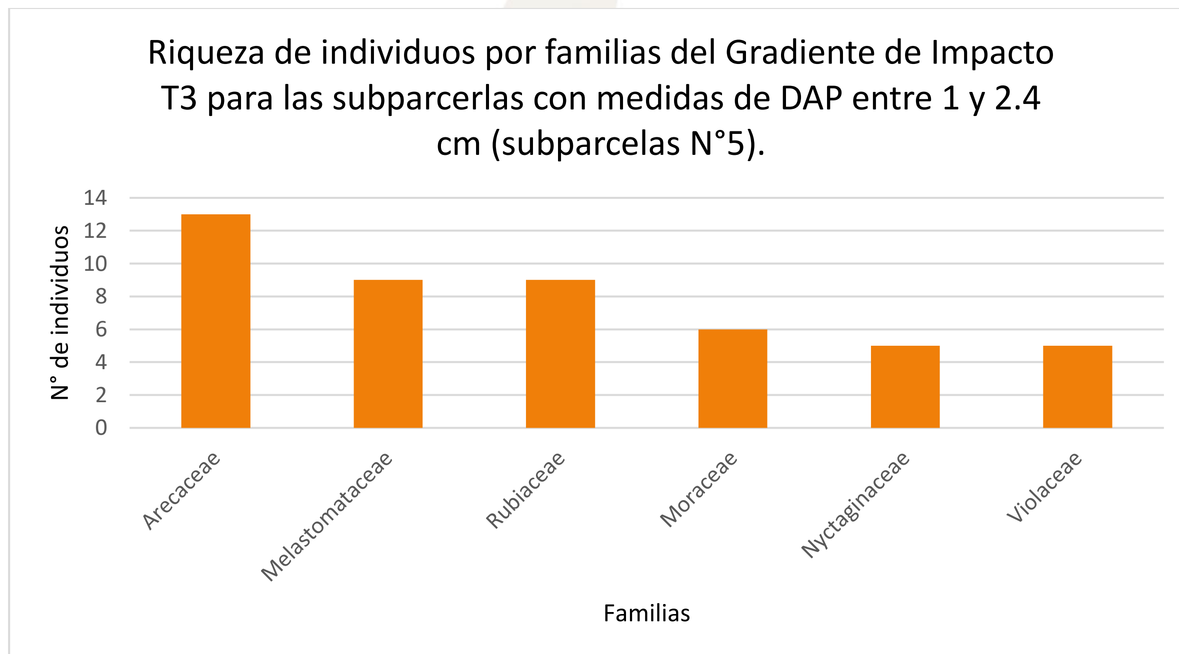


Figura N°14. Se muestra las familias más abundantes en las subparcelas con DAP entre 1 y 2.4 cm, para las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T3.



GRADIENTE DE IMPACTO T4

Se presentan los datos para las 5 parcelas (T4-50, T4-150, T4-350, T4-750 y T4-1550) que forman el Gradiente de Impacto T4.

Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T4

En una superficie total de 5000 m^2 que ocupaban las cinco parcelas del Gradiente de Impacto T4 se registró 1609 plantas; 1514 de ellas con diámetro mayor a 2.5 cm y 95 con diámetro entre 1.0 y 2.4 cm de DAP. Además, se reportaron un total de 303 individuos nuevos, mientras que la cantidad de plantas reportadas como muertas fue de 315 individuos.

La mayor parte de las plantas encontradas en este Gradiente de Impacto corresponden a, los árboles con 744 individuos, arbustos con 470 individuos, las palmas con 255 individuos, las lianas con 100 individuos, los helechos con 25 individuos, y por último con 15 individuos los arbustivo-trepador (ver Figura N°15).

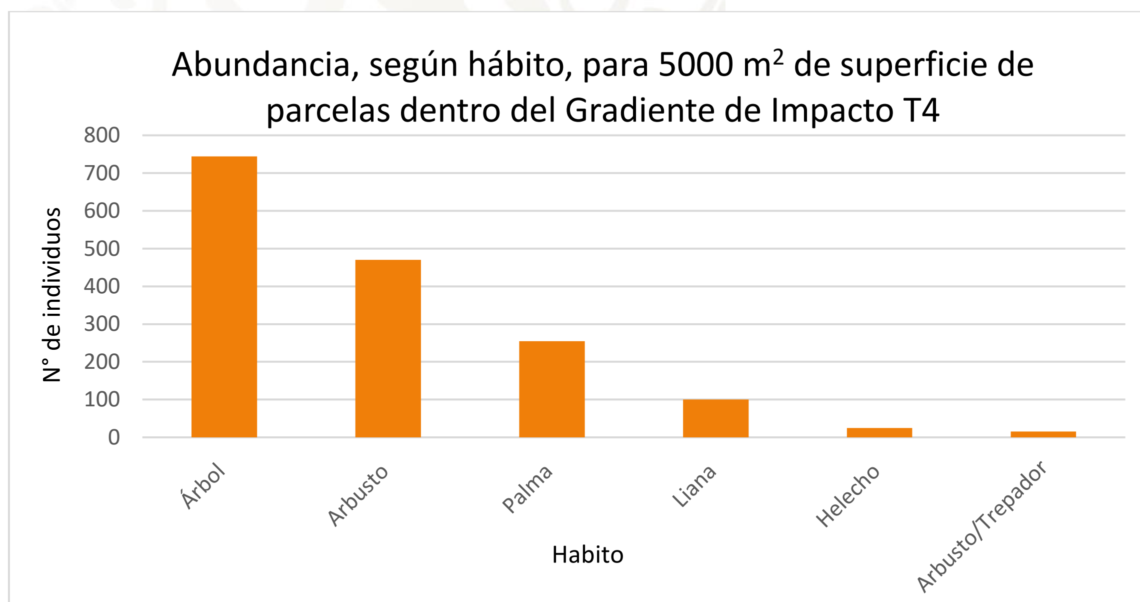


Figura N°15. La gráfica muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en los 5000 m^2 de superficie muestreada en el Gradiente de Impacto T4.

Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T4

Se estimó la cantidad de individuos, que ocupan cada una de las 5 parcelas de 1000 m^2, que forman parte del Gradiente de Impacto T4. La parcela en la que se registraron más individuos fue la T4-150 con 395

individuos, seguida de las parcelas T4-50 y T4-1550 con 351 individuos, T4-350 con 285 individuos y T4-750 con 227 individuos (ver Figura N°16).

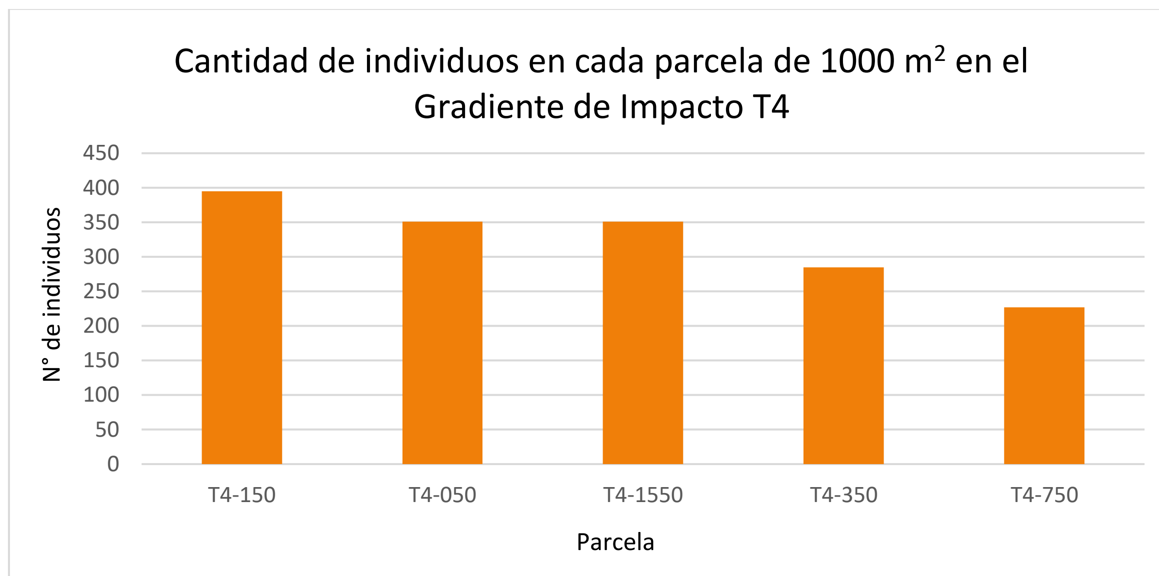


Figura N°16. En la gráfica se puede apreciar la cantidad de individuos, que fueron encontrados dentro de cada parcela del Gradiente de impacto T4.

En las parcelas del Gradiente de Impacto T4 predominaron los árboles; el segundo componente más numeroso fueron los arbustos que tuvieron mayor presencia, menos en la parcela del T4-750 en donde el segundo hábito con mayor cantidad de individuos fueron las palmas. Las lianas, los helechos y arbustos trepadores se encontraron en números bastante bajos en todas las parcelas (ver Tabla N°9).

Tabla N°9. La gráfica muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en cada parcela del Gradiente de Impacto T4, A (árbol), Ab (arbusto), P(palma), L(liana), H(Helecho) y Ab/T(arbusto/trepador).

Parcela	A	Ab	P	L	H	Ab/T
T4-050	153	88	74	23	7	6
T4-150	187	149	33	19	5	2
T4-350	127	81	37	27	9	4
T4-750	103	34	70	16	3	1
T4-1550	174	118	41	15	1	2

Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T4

Para el Gradiente de Impacto T4 se registraron en total 64 familias (en una superficie total de 5000 m^2 de parcelas), sin embargo, este número pudiera aumentar levemente ya que existen 45 individuos (4.21 % del total de individuos) que, por la dificultad de colectar sus hojas y otras estructuras, no se han podido determinar taxonómicamente a nivel de familia.

El número de familias por parcela varía entre 42 y 47, las parcelas con más cantidad de familias fueron T4-1550 con 47 familias; seguido de T4-150 y T4-350 con 43 familias y por último el T4-50 y T4-750 con 42 familias cada una (ver Figura N°17).

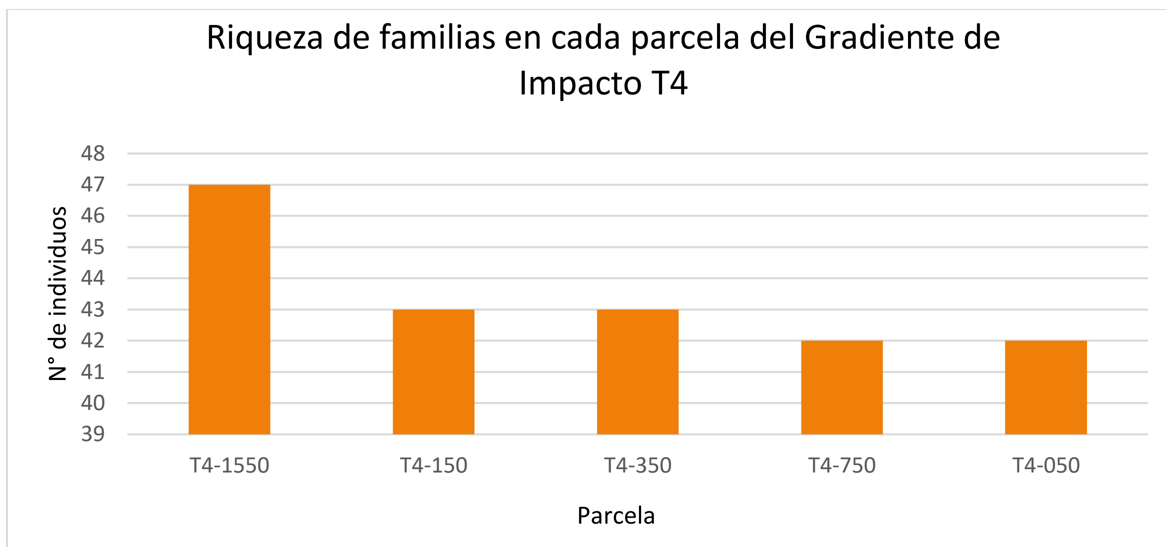


Figura N°17. La gráfica muestra la riqueza de familias, en cada parcela del Gradiente de Impacto T4.

Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T4

Las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T4 son, en orden decreciente, la Arecaceae, Rubiaceae, Violaceae, Fabaceae y Euphorbiaceae (ver Figura N°18); en total, entre ellas, agrupan al 40% de los individuos presentes dentro de las parcelas de este Gradiente de Impacto (649 individuos).

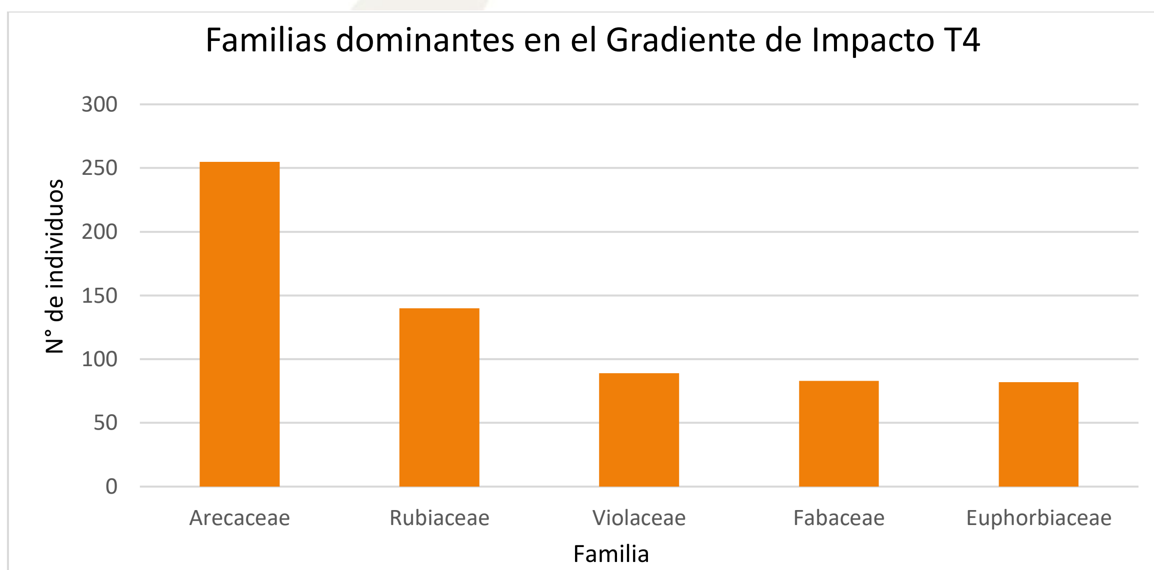


Figura N°18. La gráfica muestra las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T4.

En la Tabla N°10 se muestran las 5 familias dominantes en cada una de las parcelas del Gradiente de Impacto T4, cabe destacar que las familias dominantes en casi todas las parcelas de este Gradiente pertenecen al grupo del canillo (Melastomataceae), las palmeras (Arecaceae) y la de los higuerones (Moraceae), todas estas familias estuvieron entre las más abundantes en cuanto a número de individuos. Todas presentes en cuatro de las cinco parcelas del gradiente. El 32% de los individuos encontrados en las parcelas de este Gradiente corresponden a estas tres familias (525 individuos).

Tabla N°10. Familias dominantes por parcelas en el Gradiente de Impacto T11 y el número de individuos (N°) registrados por familia.

T4-050		T4-150		T4-350		T4-350		T4-1550	
Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°
Arecaceae	74	Rubiaceae	58	Arecaceae	37	Arecaceae	70	Euphorbiaceae	53
Rubiaceae	30	Apocynaceae	47	Rubiaceae	22	Burseraceae	16	Violaceae	45
Violaceae	25	Arecaceae	33	Fabaceae	15	Moraceae	14	Arecaceae	41
Fabaceae	19	Violaceae	19	Moraceae	14	Fabaceae	13	Fabaceae	22
Moraceae	18	Lauraceae	17	Sapotaceae	13	Meliaceae	10	Rubiaceae	21

Las tres especies dominantes en el Gradiente de Impacto T4, corresponden a representantes de la familia Violaceae, Rubiaceae y Arecaceae (ver Tabla N°11).

Tabla N°11. Especies dominantes en el Gradiente de Impacto T4, la cantidad de individuos registrados y la familia a la que pertenece.

Especies	Familia	Cantidad
Amphirrhox longifolia (A.St.-Hil.) Spreng.	Violaceae	65
Psychotria elata (Sw.) Hammel	Rubiaceae	49
Geonoma congesta H.Wendl. ex Spruce	Arecaceae	56

En la parcela T4-50, las especies dominantes fueron *Prestoea decurrens Amphirrhox longifolia, Calyptrogyne costatifrons* y *Faramea tamberlikiana;* en la parcela T4-150 las especies dominantes fueron *Tabernaemontana undulata, Psychotria elata,* Amphirrhox longifolia y *Guapira costaricana*; en la parcela T4-350 las palmeras *Iriartea deltoidea, Geonoma congesta* así como los árboles y arbustos de *Psychotria elata;* en la parcela T4-750 sobresalen *Geonoma congesta*, *Iriartea deltoidea, Astrocaryum alatum, Calyptrogyne costatifrons y Asterogyne martiana*, siendo todas especies de la familia Arecaceae; por último en la T4-1550 *se* registró la presencia con un mayor número de individuos de *Pausandra trianae, Amphirrhox longifolia, Socratea exorrhiza* y *Iriartea deltoidea* .

Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T4

En el Gradiente de Impacto T4, además de las subparcelas inventariadas con DAP > 2.5 cm, se seleccionó, de acuerdo a la metodología, una subparcela en la sección central (Sub parcela N°5) en la que se consideraron todos individuos a partir de 1 cm de DAP. Esto se realizó en cada una de las parcelas (T4-50, T4-150, T4-350, T4-750 y T4-1550).

En estas subparcelas en total se registraron 95 individuos con rango entre 1 y 2.4 cm de DAP para todo el gradiente T4. Las familias más representativas fueron: Arecaceae, Violaceae, Euphorbiaceae, Apocynaceae, Melastomataceae y Moraceae (ver Figura 19).

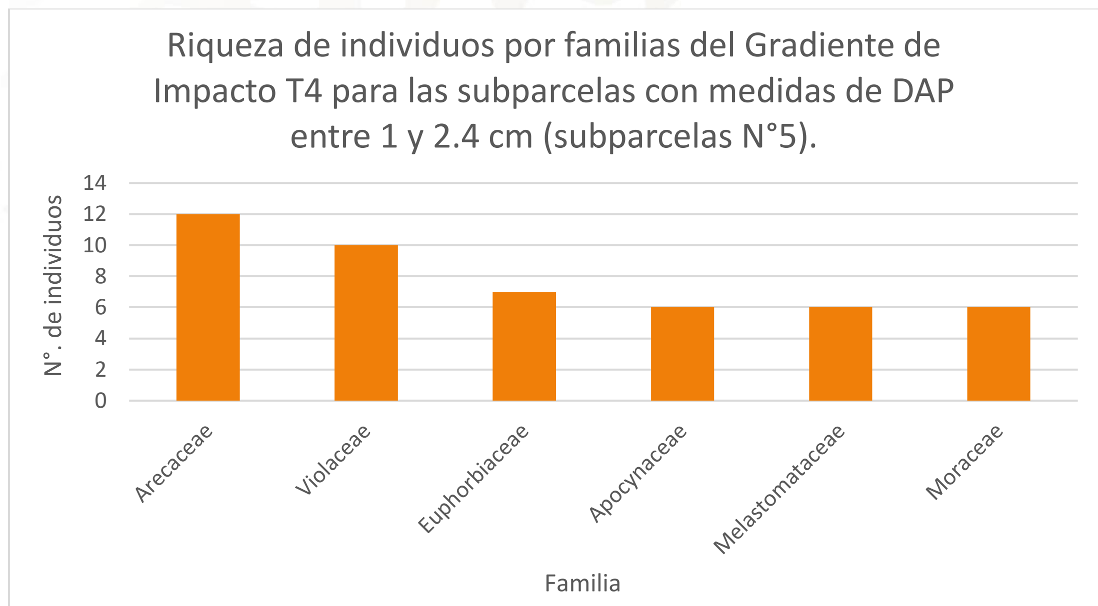


Figura N°19. Se muestra las familias más abundantes en las subparcelas con DAP entre 1 y 2.4 cm (subparcelas N°5) para el Gradiente de Impacto T4.

GRADIENTE DE IMPACTO T6

Se presentan los datos para las 5 parcelas (T6-50, T6-150, T6-350, T6-750 y T6-1550) que forman el Gradiente de Impacto T6.

Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T6

En una superficie total de 5000 m^2 (0.5 hectáreas) que ocupaban las cinco parcelas inventariadas en el Gradiente de Impacto T6, se registraron 1431 plantas, en su gran mayoría con diámetro mayor a 2.5 cm. Lo individuos reportados como muertos sumaron un total de 205, correspondientes a plantas medidas en el primer censo, además se reportaron un total de 204 nuevos individuos.

La mayor parte de las plantas en este Gradiente de Impacto corresponden a árboles con 687 individuos, seguido de los arbustos con 392 individuos; palmas con 253 individuos, lianas con 90 individuos, arbustos trepadores 5 individuos por último los helechos con 4 individuos (ver Figura N°20).

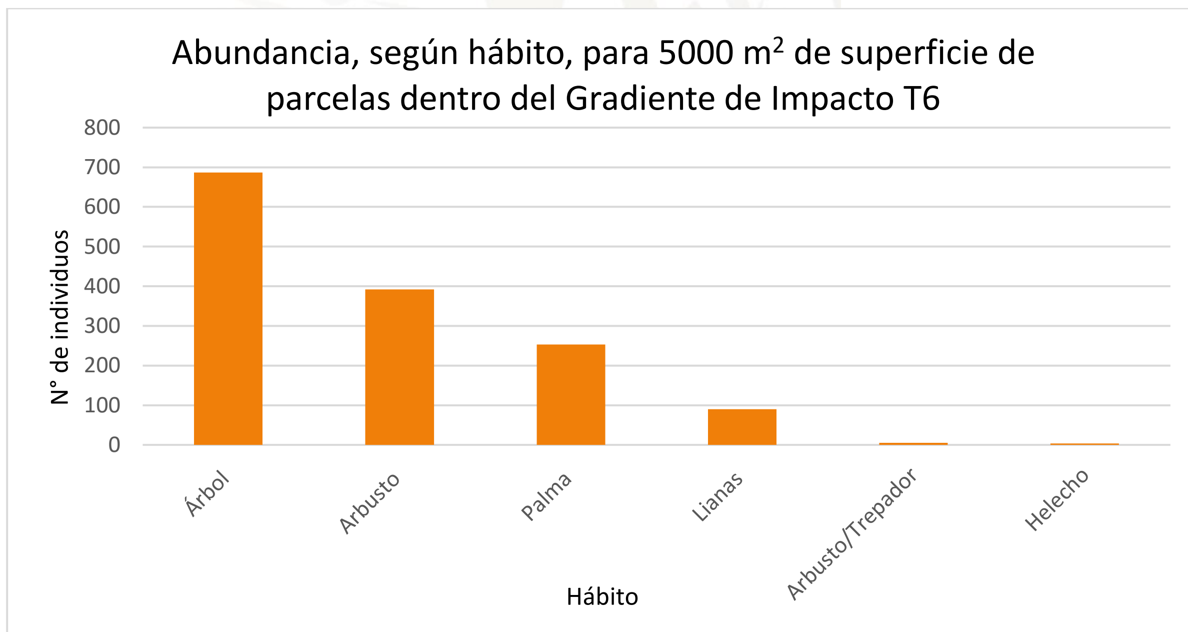


Figura N°20. La gráfica muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en los 5000 m^2 de superficie muestreada en el Gradiente de Impacto T6.

Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T6

Se estimó la cantidad de individuos, con diámetros (DAP) mayores a 2.5 cm, que ocupan cada una de las 5 parcelas de 1000 m^2, que forman parte del Gradiente de Impacto T6. La parcela que más individuos demostró fue la T6-150 con 275 individuos, seguida de la parcela T6-50 con 274 individuos, T6-350 con 270 individuos, luego la T6-1550 con 258 y T6-750 con 224 individuos (ver Figura N°21).

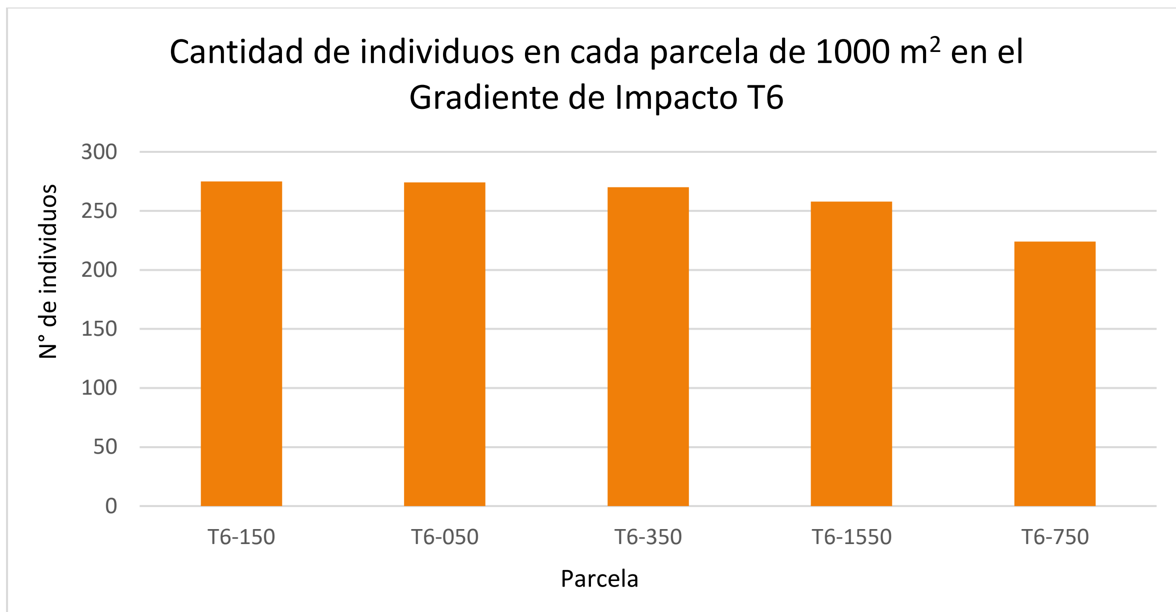


Figura N°21. En la gráfica se puede apreciar la cantidad de individuos, con diámetro mayor a 2.5 cm, que fueron encontrados dentro de cada parcela del Gradiente de impacto T6.

En todas las parcelas del Gradiente de Impacto T6 predominaron los árboles (excepto en T6-350 donde predominaron árboles y arbustos en igual proporción); el segundo componente más numeroso fueron los arbustos (excepto en T6-1550 en dónde los árboles y palmas fueron más abundantes); el tercer componente más abundante fueron las palmas en casi todas las parcelas, con excepción de la 1550 donde los arbustos ocuparon la tercera posición; luego, en ese orden, las lianas, helechos y los arbustos trepadores, estando estos dos últimos hábitos ausentes de varias de las parcelas muestreadas; en T6-50, 150, 350 y 750 se dio ausencia de helechos; mientras que en el T6-150, 350 y 750, no se reportaron arbusto trepadores (ver Tabla N°12).

Tabla N°12. La tabla muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en cada parcela del Gradiente de Impacto T6, A (árbol), Ab (arbusto), P (palma), L (liana), H (Helecho) y Ab/T (arbusto/trepador).

Parcela	A	Ab	P	L	H	Ab/T
T6-050	186	34	39	14	0	1
T6-150	181	57	28	9	0	0
T6-350	95	95	61	19	0	0
T6-750	117	45	41	21	0	0
T6-1550	106	52	70	23	4	3

Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T6

Para el Gradiente de Impacto T6 se registró en total 54 familias identificadas (en una superficie total de 5000 m^2 de parcelas), sin embargo, este número pudiera aumentar levemente ya que existen 64 individuos

(4.47 % del total de individuos) que, por la dificultad de colectar sus hojas y otras estructuras, no se han podido determinar taxonómicamente a nivel de familia.

El número de familias por parcela varía entre 34 y 44, la parcela con más cantidad de familias fue la T6-350 con 44 familias, seguido de T6-1550 con 39 familias, luego la T6-50 con 36 familias, por último, tenemos a las parcelas T6-150 y T6-750 con 34 familias cada una (ver Figura N°22).

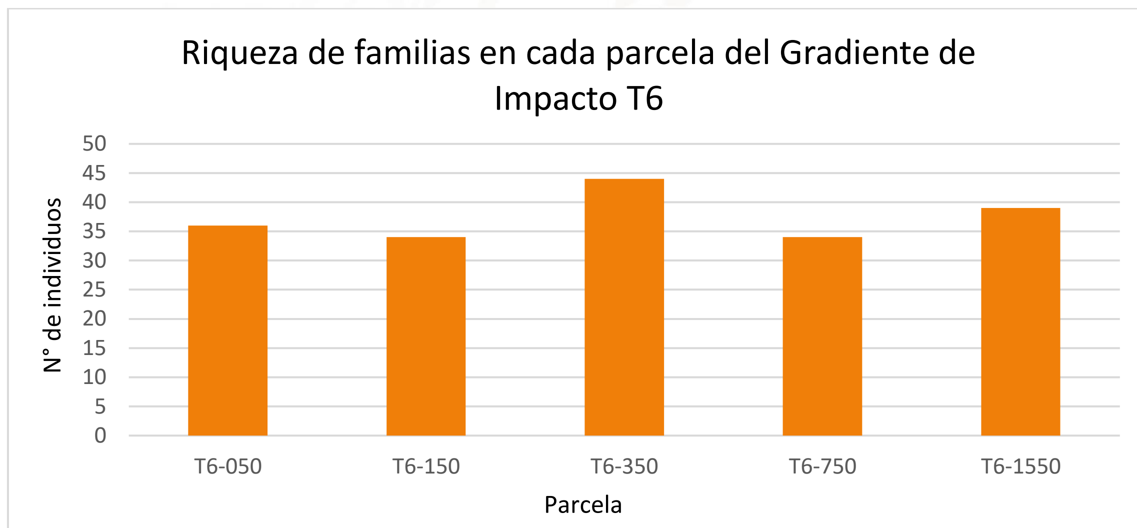


Figura N°22. La gráfica muestra la riqueza de familias, por parcela del Gradiente de Impacto T6.

Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T6

Las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T6 son, en orden decreciente, la Arecaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Melastomataceae y Moraceae (ver Figura N°23); en total, entre ellas, agrupan al 45% de los individuos presentes dentro de las parcelas de este Gradiente de Impacto (645 individuos).

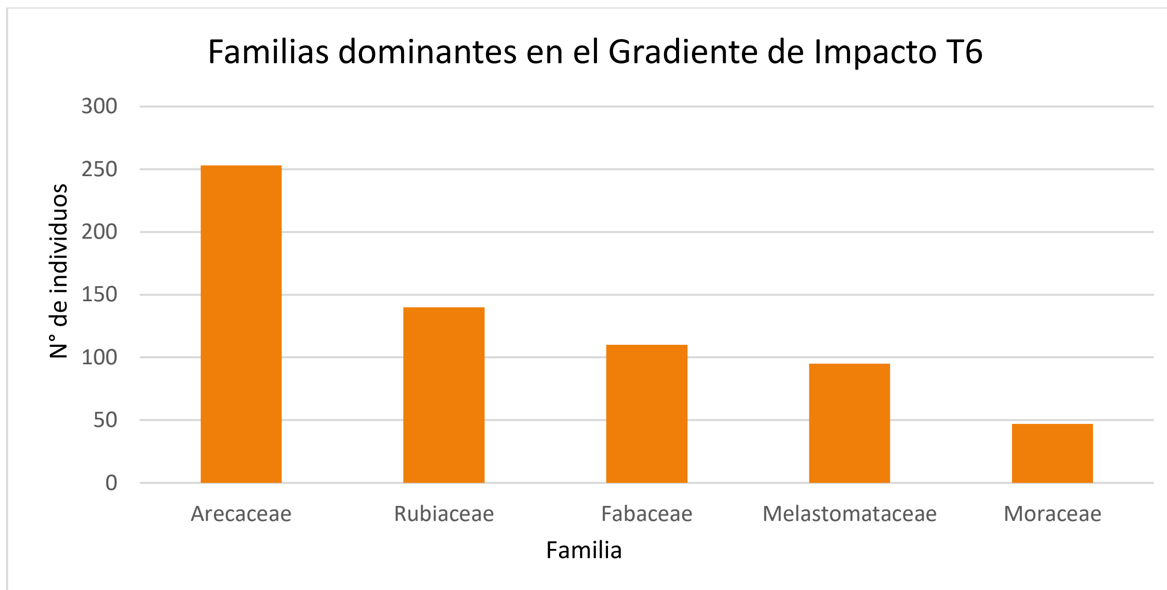


Figura N°23. La gráfica muestra las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T6.

En la Tabla N°13 se muestran las 5 familias dominantes en cada una de las parcelas del Gradiente de Impacto T12, cabe destacar que las plantas dominantes en tres de las 5 parcelas de este Gradiente fueron las palmas (Arecaceae), excepto en T12-50 y T12-150, en donde la familia dominante fue Melastomataceae, observándose que un 20% de las plantas encontradas en las cinco parcelas del Gradiente de Impacto T12, corresponden a palmas (Arecaceae). Sin embargo, la familia Melastomataceae en este gradiente aglutinó el 10.5% de los individuos registrados.

Tabla N°13. Esta tabla muestra las cinco familias dominantes en cada una de las parcelas que forma el Gradiente de Impacto T12 y el número de individuos (N°) registrados en cada una de esas familias.

T6-50		T6-150		T6-350		T6-750		T6-1550	
Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°
Arecaceae	42	Rubiaceae	46	Arecaceae	64	Arecaceae	42	Arecaceae	75
Rubiaceae	40	Fabaceae	32	Melastomataceae	43	Fabaceae	25	Olacaceae	18
Fabaceae	36	Arecaceae	30	Rubiaceae	19	Rubiaceae	20	Moraceae	15
Sapotaceae	16	Melastomataceae	26	Annonaceae	13	Lecythidaceae	11	Rubiaceae	15
Chrysobalanaceae	12	Apocynaceae	15	Fabaceae	12	Violaceae	11	Clusiaceae	13

La especie dominante en el Gradiente de Impacto T6 es *Astrocaryum alatum* de la familia Arecaceae, la

segunda más abundante fue un arbusto de la familia Melastomataceae *Ossaea spicata* y la tercera especie más abundante fue *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) (ver Tabla N°14).

Tabla N°14. Especies dominantes en las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T6, el número de individuos (N°) registrados y la familia a la que pertenece.

Especie	Familia	Cantidad
Astrocaryum alatum	Arecaceae	75
Ossaea spicata	Melastomataceae	33
Iriartea deltoidea	Arecaceae	32

Las plantas dominantes en la parcela T6-50, corresponden a la especie Astrocaryum *alatum* (Arecaceae), árboles y arbustos de *Eschweilera pittieri* (Lecythidaceae); en la parcela T6-150 fueron reportados una mayor cantidad de individuos de las especies *Astrocaryum alatum* (Arecaceae), árboles y arbusto de *Mabea occidentalis* (Euphorbiaceae); en la parcela T6-350 las especies con mayor cantidad de individuos fueron *Ossaea spicata* (Melastomataceae) y *Astrocaryum alatum* (Arecaceae). En la parcela T6-750 las especies observadas con más frecuencia fueron *Astrocaryum alatum* (Arecaceae)., *Rinorea pubiflora* (Violaceae); en la parcela T6-1550 predominan *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) *y Heisteria acuminata* (Olacaceae). Prácticamente las palmas con ligeras excepciones, están entre las familias con mayor representación por parcela, ocupando siempre, las primeras posiciones en cuanto número de individuos por familia.

Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T6

En el Gradiente de Impacto T6, además de las subparcelas inventariadas con DAP > 2.5 cm, se seleccionó de acuerdo a la metodología una subparcela en la sección central (subparcela N°5) en la que se consideraron todos los individuos a partir de un centímetro de DAP.

En estas subparcelas en total se registraron 123 individuos con rango entre 1 y 2.4 cm de DAP para todo el gradiente. Las familias más representativas de las plantas encontradas son: Melastomataceae, Rubiaceae, Arecaceae, Fabaceae, Burseraceae y Melicaceae (ver Figura N°24).

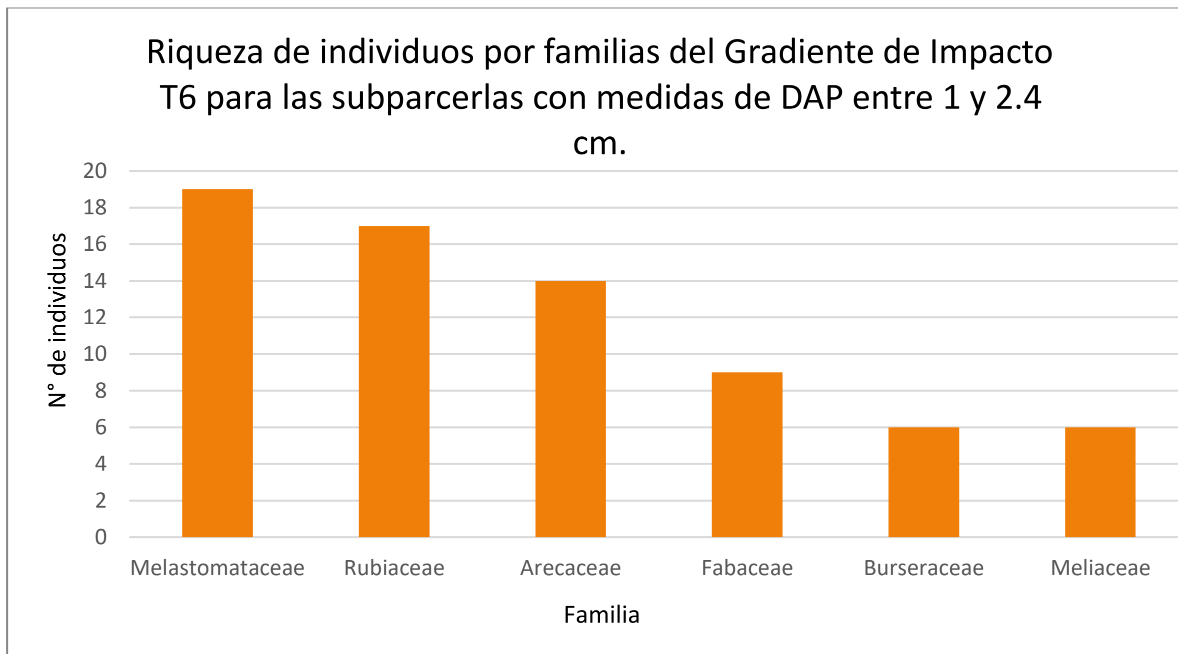


Figura N°24. Se muestra las familias más abundantes en las subparcelas con DAP entre 1 y 2.4 cm, para las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T6.

GRADIENTE DE IMPACTO T10

Se presentan los datos para las 5 parcelas (T10-50, T10-150, T10-350, T10-750 y T10-1550) que forman el Gradiente de Impacto T10.

Abundancia en general para el Gradiente de Impacto T10

En una superficie total de 5000 m^2 (0.5 hectáreas) que ocupaban las cinco parcelas inventariadas en el Gradiente de Impacto T10, se encontró 1718 plantas, en su gran mayoría con diámetro mayor a 2.5 cm.

La mayor parte de las plantas en este Gradiente de Impacto corresponden a árboles con 789 individuos, seguido de los arbustos con 508 individuos; palmas con 325 individuos, lianas con 87 individuos, arbustos trepadores con 5 individuos y por último los helechos con 4 individuos (ver Figura N°25).

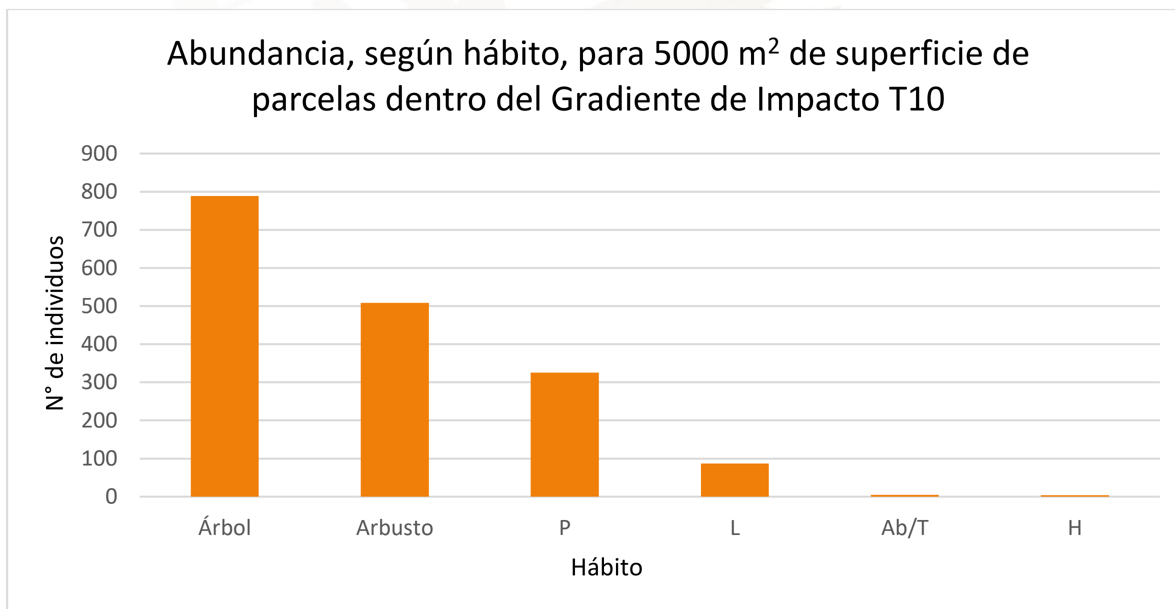


Figura N°25. La gráfica muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en los 5000 m^2 de superficie muestreada en el Gradiente de Impacto T10.

Abundancia de individuos en cada parcela del Gradiente de Impacto T10

Se estimó la cantidad de individuos, que ocupan cada una de las 5 parcelas de 1000 m^2, que forman parte del Gradiente de Impacto T10. La parcela que más individuos demostró fue la T10-1550 con 393 individuos, seguida de la parcela T10-150 con 389 individuos, T10-350 con 350 individuos, luego la T10-50 con 323 y T10-750 con 263 individuos (ver Figura N°26).

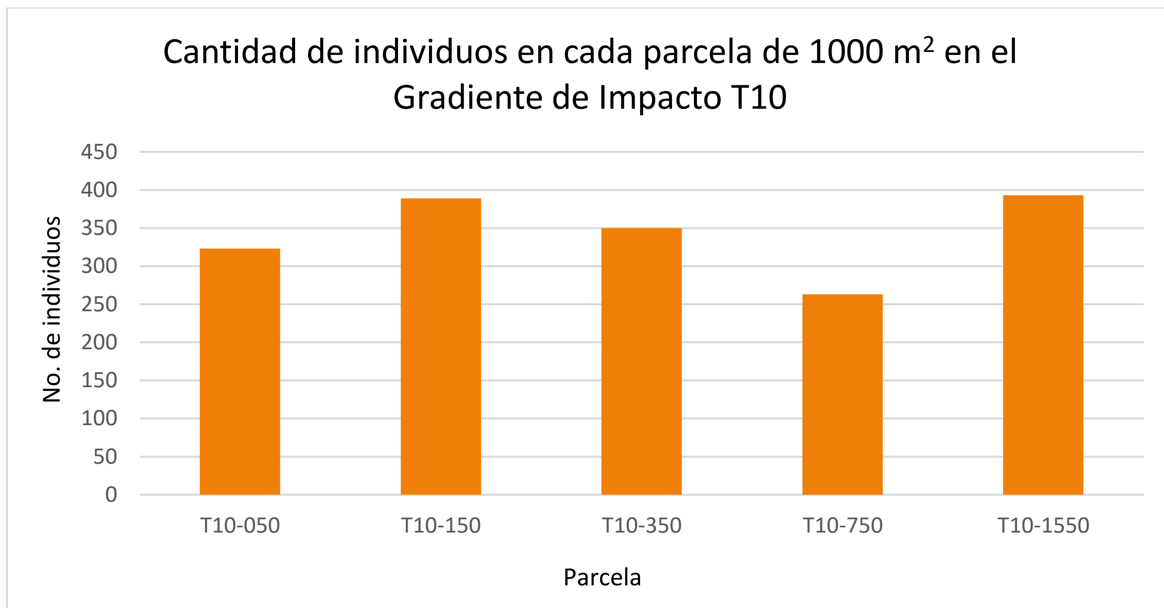


Figura N°26. En la gráfica se puede apreciar la cantidad de individuos, que fueron encontrados dentro de cada parcela del Gradiente de impacto T10.

En todas las parcelas del Gradiente de Impacto T10 predominaron los árboles; el segundo hábito más numeroso fueron los arbustos; el tercer componente más abundante fueron las palmeras en todas las parcelas; luego, en ese orden, las lianas, los arbustos trepadores (los cuales estuvieron ausente en la parcela T10-1550) y por ultimo los helechos los cuales no fueron reportados en 3 de las 5 parcelas (ver Tabla N°15).

Tabla N°15. La gráfica muestra la abundancia de plantas, según el tipo de hábito, en cada parcela del Gradiente de Impacto T10, A (árbol), Ab (arbusto), P (palma), L (liana), H (Helecho) y Ab/T (arbusto/trepador)).

Parcela	A	Ab	P	L	H	Ab/T
T10-050	135	96	72	18	0	2
T10-150	150	140	77	21	0	1
T10-350	160	104	71	13	1	1
T10-750	130	62	52	15	3	1
T10-1550	214	106	53	20	0	0

Riqueza de familias en el Gradiente de Impacto T10

Para el Gradiente de Impacto T10 se registró en total 62 familias identificadas (en una superficie total de 5000 m^2 de parcelas), sin embargo, este número pudiera aumentar ya que existen 103 individuos (6 % del total de individuos) que, por la dificultad de colectar sus hojas y otras estructuras, no se han podido determinar taxonómicamente a nivel de familia.

El número de familias por parcela varía entre 34 y 43, la parcela con más cantidad de familias fue la T10-1550 con 43 familias, seguido de T10-350 con 41 familias, luego la T10-150 con 39 familias, en cuarto lugar, la T10-750 con 37 familias y por último T10-50 con 34 familias (ver Figura N°27).

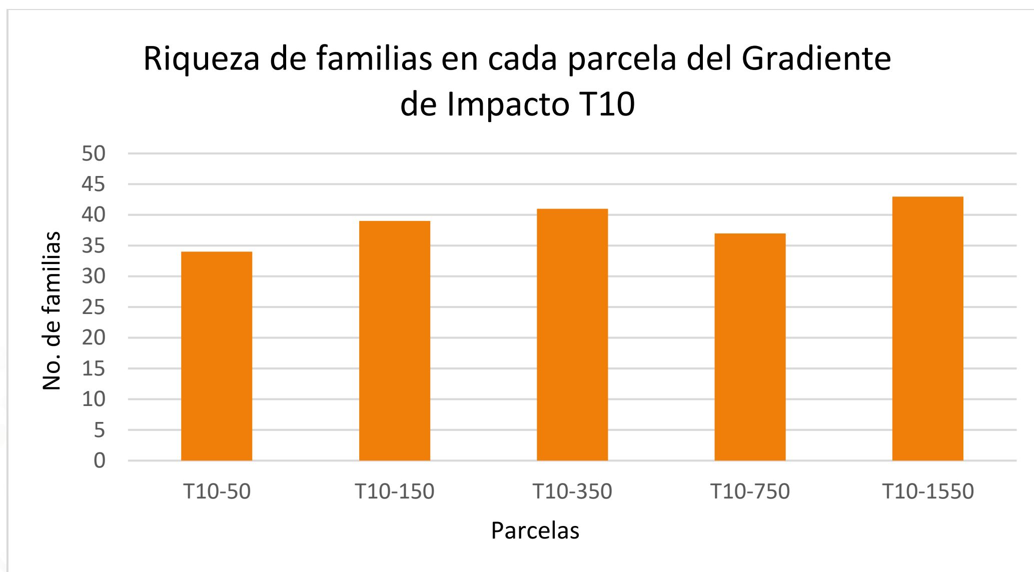


Figura N°27. La gráfica muestra la riqueza de familias, en cada parcela del Gradiente de Impacto T10.

Familias y especies dominantes en el Gradiente de Impacto T10

Las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T10 son, en orden decreciente, la Arecaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Fabaceae, y Euphorbiaceae (ver Figura N°28); en total, entre ellas, agrupan al 48 % de los individuos presentes dentro de las parcelas de este Gradiente de Impacto (830 individuos).

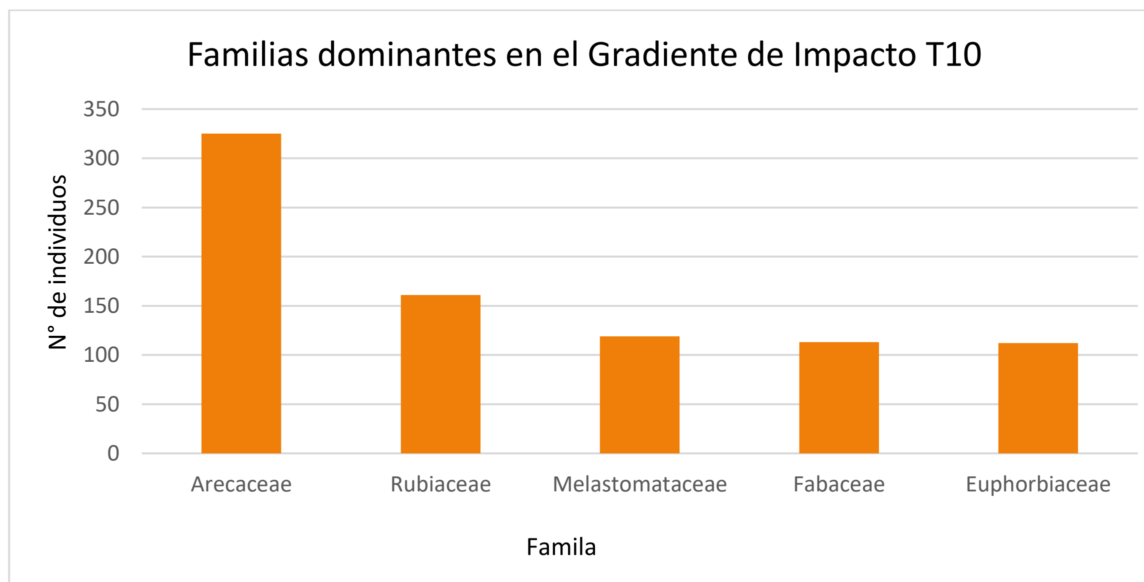


Figura N°24. La gráfica muestra las cinco familias dominantes en el Gradiente de Impacto T10.

En la Tabla N°16 se muestran las 5 familias dominantes en cada una de las parcelas del Gradiente de Impacto T10, cabe destacar que las plantas dominantes (primer lugar) en las 5 parcelas de este Gradiente fueron las pertenecientes a la familia Arecaceae (palmas) esta familia representa el 19% del total de los individuos reportados en todo el gradiente.

Tabla N°16. Esta tabla muestra las cinco familias dominantes en cada una de las parcelas que forma el Gradiente de Impacto T10 y el número de individuos (N°) registrados en cada una de esas familias.

T10-50		T10-150		T10-350		T10-750		T10-1550	
Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°	Familia	N°
Arecaceae	72	Arecaceae	77	Arecaceae	71	Arecaceae	52	Arecaceae	53
Rubiaceae	42	Melastomataceae	44	Euphorbiaceae	24	Rubiaceae	26	Rubiaceae	27
Euphorbiaceae	33	Rubiaceae	44	Fabaceae	23	Moraceae	19	Sapotaceae	27
Melastomataceae	25	Euphorbiaceae	30	Melastomataceae	22	Sapotaceae	16	Euphorbiaceae	25
Fabaceae	21	Fabaceae	30	Rubiaceae	22	Fabaceae	14	Fabaceae	25

Las especies dominantes en el Gradiente de Impacto T10 fueron *Geonoma cuneata*, seguido de *Geonoma congesta, Astrocaryum alatum* y *Bactris coloniata* todas perteneciente a la familia Arecaceae (ver Tabla N°17).

Tabla N°17. Especies dominantes en las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T10, el número de individuos (N°) registrados y la familia a la que pertenece.

Especie	Familia	Cantidad
Geonoma cuneata	Arecaceae	72
Geonoma congesta	Arecaceae	56
Astrocaryum alatum	Arecaceae	49
Bactris coloniata	Arecaceae	49

Las plantas dominantes en la parcela T10-50, corresponden a las especies *Bactris coloniata, Geonoma* cuneata ambas de la familia Arecaceae otra de las especies más abundante fue *Pausandra trianae* (Euphorbiaceae). En la parcela T10-150 se reportó a *Geonoma cuneata* (Arecaceae), *Miconia lingulata* (Melastomataceae) y *Astrocaryum alatum* (Arecaceae) En la parcela T10-350 las plantas dominantes corresponden a las palmas *Geonoma congesta y Geonoma cuneata* (Arecaceae). En la parcela T10-750 las especies observadas con más frecuencia fueron *Geonoma congesta* y *Pholidostachys pulchra* pertenecientes a la familia Arecaceae y finalmente, en la parcela T10-1550 predominan las especies *Euterpe precatoria y Astrocaryum alatum* ambas de la familia Arecaceae, así como *Pouteria calistophylla* (Sapotaceae).

Plantas con DAP entre 1 y 2.4 cm en el Gradiente T10

En el Gradiente de Impacto T10, además de las subparcelas inventariadas con DAP > 2.5 cm, se seleccionó de acuerdo a la metodología una subparcela en la sección central (subparcela No. 5) en la que se consideraron todos los individuos a partir de 1 cm de DAP.

En estas subparcelas en total se registraron 110 individuos con rango entre 1 y 2.4 cm de DAP para todo el gradiente. Las familias más representativas de las plantas encontradas son: Arecaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae y Melastomataceae (ver Figura N°25).

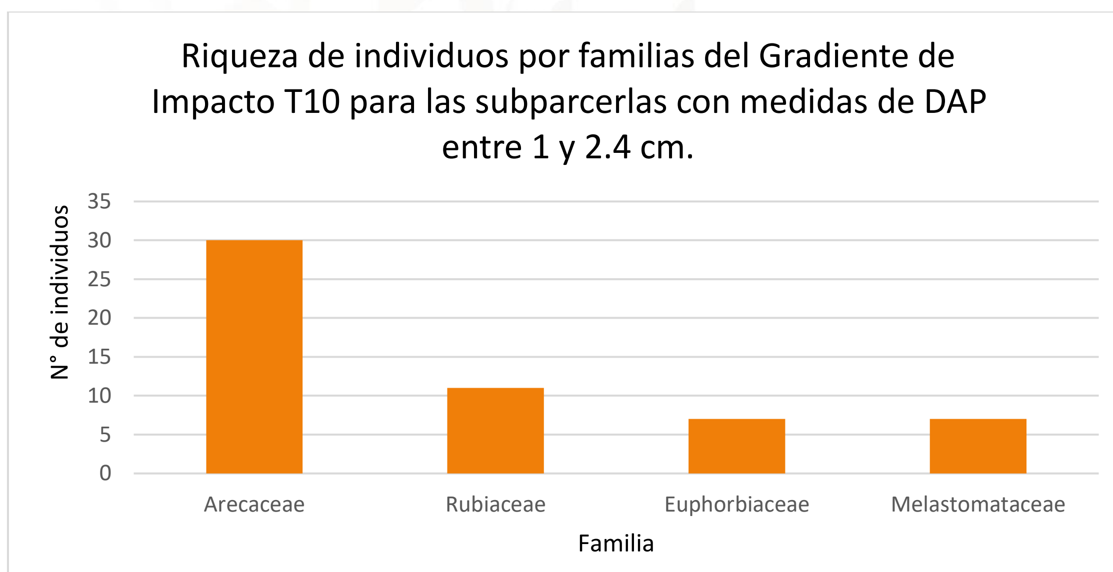


Figura N°25. Se muestra las familias más abundantes en las subparcelas con DAP entre 1 y 2.4 cm, para las parcelas que forman el Gradiente de Impacto T10.

BIBLIOGRAFÍA

- Boyle, B. 2013. **A monitoring design for edge effects at Cobre Panamá**. Hardner & Gullison Associates, LLC.
- Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University, 1262 p.
- D'Arcy, W.G. 1987a. **Flora of Panama. Part I: Introduction and Checklist**. Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri, 328 pp.
- D'Arcy, W.G. 1987b. **Flora of Panama. PartII: Index**. Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri, 672 pp.
- Gentry, A. H. 1982. **Patterns of neotropical plant species diversity**. Evolutionary Biology. Hecht, Wallace and Prance, Plenum Publishing Corporation. 15: 1-84.
- Kapos, V., E. Wandelli, J.L. Camargo y G. Ganade. 1997. **Edge-related changes in environment y plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia**. Pp. 33-44. En: W. F. Lawerence y O. Bierregaard Jr. (eds.). Tropical Forest Remnants: Ecology, management y conservation of fragmented communities. University of Chicago Press. EE.UU.
- Laurence, W.F. 2000. **Do edge effects occur over large spatial scales?** Trends in Ecology and Evolution 15: 234-135.
- Lellinger, D.B. 1989. **The ferns and fern-allies from Costa Rica, Panama, and the Chocó. Part I**. Pteridologia 2A. p. 255-264.
- Lovejoy, T.E., R.O. Bierregaard Jr., A.B. Rylands, J.R. Malcolm, C.E. Quintela, L.H. Harper, K.S. Brown Jr., A.H. Powell, G.V.N. Powell, H.O.R. Schubart, M.B. Hays. 1986. **Edge and other efects of isolation on Amazon forest fragments**. In: M. Soule (Ed.), Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, pp. 257±285.
- Puerta-Piñero, C., R. Gullison y R. S. Condit. 2014. **Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá.** Versión de marzo de 2014.
- Woodson, R. E. & R. W. Schery. 1943-1981. **Flora of Panamá**. Ann. Missouri Bot. Garden USA, Vol. 30-67.

ANEXO FOROGRÁFICO



Especies reportadas dentro de las parcelas.



Cassipourea undulata (EdI)



Dendrobangia boliviana



Dendropanax pachypedunculatus (EdI)



Faramea suerrensis



Ixora sp.1 (EdI)



Licania affinis



Lozania glabrata (EdI)



Pholidostachys pulchra



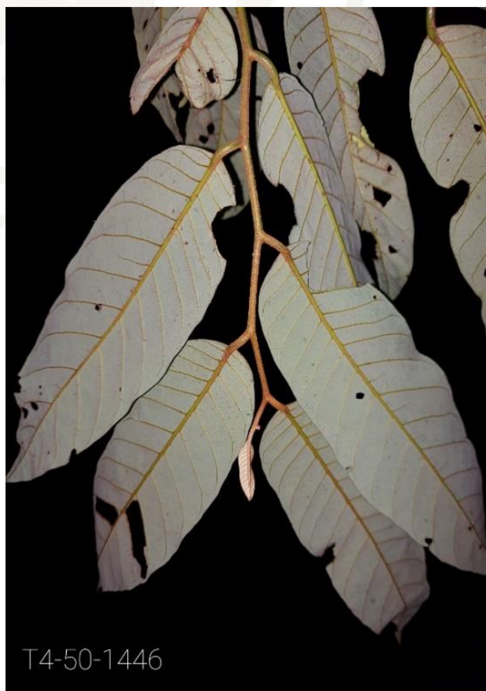
Pleurothyrium triflorum (EdI)



Plinia panamensis



Qualea panamensis



Virola macrocarpa